



**PATENT APPLICATION**

**IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE**

In re application of

Docket No: **Q78680**

**Toshitaka NAKAMURA, et al.**

Allowed: Not Yet Assigned

Appln. No.: **10/721,269**

Group Art Unit: 2879

Confirmation No.: 6463

Examiner: Not yet assigned

Filed: **November 26, 2003**

For: **ORGANIC ELECTROLUMINESCENCE CELL, PLANAR LIGHT SOURCE  
AND DISPLAY DEVICE**

**SUBMISSION OF PRIORITY DOCUMENTS**

**MAIL STOP ISSUE FEE**

Commissioner for Patents  
P.O. Box 1450  
Alexandria, VA 22313-1450

Sir:

Submitted herewith are four (4) certified copies of the priority documents on which claims to priority was made under 35 U.S.C. § 119. The Examiner is respectfully requested to acknowledge receipt of said priority documents.

Respectfully submitted,

SUGHRUE MION, PLLC  
Telephone: (202) 293-7060  
Facsimile: (202) 293-7860

WASHINGTON OFFICE

**23373**

CUSTOMER NUMBER

*Paul D. Mexic*  
Darryl Mexic  
Registration No. 23,063

Enclosures: **JAPAN 2002-341821  
JAPAN 2003-000080  
JAPAN 2003-062554  
JAPAN 2003-280576**

DM/lck

Date: **April 26, 2004**

日本国特許庁  
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出願年月日 2002年11月26日  
Date of Application:

出願番号 特願2002-341821  
Application Number:

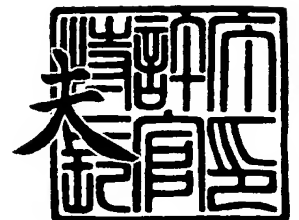
[ST. 10/C]: [JP 2002-341821]

出願人 日東電工株式会社  
Applicant(s):

2003年11月13日

特許庁長官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

今井 康



出証番号 出証特2003-3093864

【書類名】 特許願

【整理番号】 PE1-DA4814

【提出日】 平成14年11月26日

【あて先】 特許庁長官 殿

【国際特許分類】 H05B 33/00

【発明者】

【住所又は居所】 大阪府茨木市下穂積 1 丁目 1 番 2 号 日東電工株式会社  
内

【氏名】 中村 年孝

【発明者】

【住所又は居所】 大阪府茨木市下穂積 1 丁目 1 番 2 号 日東電工株式会社  
内

【氏名】 宮武 稔

【特許出願人】

【識別番号】 000003964

【氏名又は名称】 日東電工株式会社

【代表者】 竹本 正道

【代理人】

【識別番号】 100079153

【弁理士】

【氏名又は名称】 祢▲ぎ▼元 邦夫

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 004628

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9102494

【プルーフの要否】 要



【書類名】 明細書

【発明の名称】 有機エレクトロルミネッセンス素子、面光源および表示装置

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 発光層を含む少なくとも 1 層の有機層とこれを挟持する反射性電極と透明電極とからなる一対の電極が、光取り出し面から観測者側に放射される発光光の正面輝度値と  $50^\circ \sim 70^\circ$  方向の輝度値が、式 (1) ; 正面輝度値  $< 50^\circ \sim 70^\circ$  方向の輝度値、の関係を満たすように形成されてなる有機エレクトロルミネッセンス素子において、発光光が発光層から透明電極を介して観測者側に出射するまでの間に光の反射・屈折角に乱れを生じさせる領域を設けたことを特徴とする有機エレクトロルミネッセンス素子。

【請求項 2】 正孔と電子の再結合発光領域の中心部と反射性電極との距離を  $d$  (nm)、発光層に用いている材料の蛍光発光スペクトルのピーク波長を  $\lambda$  (nm)、発光層と反射性電極との間の有機層の屈折率を  $n$  とすると、式 (2) ;  $(0.3/n) \lambda < d < (0.5/n) \lambda$ 、の関係を満たす請求項 1 に記載の有機エレクトロルミネッセンス素子。

【請求項 3】 光の反射・屈折角に乱れを生じさせる領域は、透明材料中にこれとは屈折率の異なる透明材料または不透明材料を分散分布させた光拡散性部位からなる請求項 1 または 2 に記載の有機エレクトロルミネッセンス素子。

【請求項 4】 光の反射・屈折角に乱れを生じさせる領域は、レンズ構造からなる請求項 1 または 2 に記載の有機エレクトロルミネッセンス素子。

【請求項 5】 光の反射・屈折角に乱れを生じさせる領域は、凹凸面からなる請求項 1 または 2 に記載の有機エレクトロルミネッセンス素子。

【請求項 6】 請求項 1 ~ 5 のいずれかに記載の有機エレクトロルミネッセンス素子を具備することを特徴とする面光源。

【請求項 7】 請求項 1 ~ 5 のいずれかに記載の有機エレクトロルミネッセンス素子を具備することを特徴とする表示装置。

【発明の詳細な説明】

【0 0 0 1】

【発明の属する技術分野】

本発明は、発光効率、とくに発光光の外部取り出し効率にすぐれた有機エレクトロルミネッセンス素子に関し、またこの有機エレクトロルミネッセンス素子を用いた高効率な面光源および表示装置に関する。

#### 【0002】

##### 【従来の技術】

電極間に発光層を設け、電氣的に発光を得るエレクトロルミネッセンス素子や発光ダイオードは、ディスプレイ表示装置としての利用はもちろん、平面型照明、光ファイバー用光源、液晶ディスプレイ用バックライト、液晶プロジェクタ用バックライトなどの各種光源としても、盛んに研究開発が進んでいる。とくに、有機エレクトロルミネッセンス素子は、発光効率、低電圧駆動、軽量、低コストという点ですぐれており、近年、注目を浴びている。これらの光源用途で最大の関心事は発光効率の向上であり、蛍光灯に匹敵する発光効率を目標として、素子構成、材料、駆動方法、製造方法などの改良が検討されている。

#### 【0003】

しかし、有機エレクトロルミネッセンス素子のように発光層自体から発光を取り出す固体内発光素子では、発光層の屈折率と出射媒質との屈折率により決まる臨界角以上の発光光は全反射し内部に閉じ込められ、導波光として失われる。古典論的な屈折の法則（スネルの法則）による計算では、発光層の屈折率を  $n$  とすると、発生した光が外部に取り出される光取り出し効率  $\eta$  は、 $\eta = 1 / (2 n^2)$  で近似される。仮に発光層の屈折率が 1.7 であると、 $\eta \approx 17\%$  程度となり、80% 以上の光は導波光として素子側面方向の損失光として失われる。

#### 【0004】

また、有機エレクトロルミネッセンス素子では、電極から注入された電子・正孔の再結合により生成する励起子のうち、発光に寄与するのは 1 重項励起子のみであり、その生成確率は  $1/4$  である。すなわち、これだけを考慮しても、効率は 5% 以下と極めて低いものとなる。

近年、発光層自体の発光効率を上げる方法として、3 重項励起子からの燐光からも発光が得られる発光材料の開発（特開 2001-313178 号公報）も進んでおり、量子効率を飛躍的に向上できる可能性も見い出されている。しかし、

仮に量子効率を向上できても、取り出し効率としてはそれに乗ずる形で発光効率を低下させてしまう。言い換えると、取り出し効率を改善できれば、相乗効果として飛躍的に効率を向上できる余地が残されている。

#### 【0005】

このように、導波光を外部に取り出すには、発光層と出射面との間に反射・屈折角を乱れさせる領域を形成し、スネルの法則を崩して、本来導波光として全反射される光の伝送角を変化させてやるか、発光自体に集光性を持たせる必要がある。しかし、導波光をすべて外部に出射させる領域を形成するのは容易でなく、このため、できるだけ多くの導波光を取り出す提案がなされている。

#### 【0006】

たとえば、取り出し効率を改善する方法として、基板自体に集光性を持たせることで取り出し効率を向上させる方法（特開昭63-314795号公報）や、発光層をディスコチック液晶で形成し、発光光自体の正面指向性を向上させる方法（特開平10-321371号公報）、素子自体に立体構造や傾斜面、回折格子などを形成する方法（特開平11-214162号、特開平11-214163号、特開平11-283751号公報）が提案されている。

しかしながら、これらの提案では複雑な構成になってしまったり、発光層自体の発光効率が低くなるなどの問題がある。

#### 【0007】

また、比較的簡単な方法として、光拡散層を形成し、光の屈折角を変化させて全反射条件にある光を減らす方法も提案されている。

たとえば、内部と表面で屈折率の異なる屈折率分布構造を有する粒子を透明基材中に分散させた拡散板を使用する方法（特開平6-347617号公報）、透光性基体上に単粒子層を並べた拡散部材を使用する方法（特開2001-356207号公報）、発光層と同じ材質中に散乱粒子を分散させる方法（特開平6-151061号公報）などが、数多く提案されている。

これらの提案では、散乱粒子の特性、分散マトリックスとの屈折率差、粒子の分散形態、散乱層の形成場所などに特徴を見出したものである。

#### 【0008】

ところで、有機エレクトロルミネッセンス素子は、電界を印加することで、陽極より注入された正孔と陰極より注入された電子とが再結合して励起子となり、蛍光物質（または燐光物質）が発光する原理を利用したものである。よって、量子効率を上げるためには、この再結合が効率良く行われる必要がある。その方法として一般的に行われるのが、素子を積層構造とする方法である。積層構造の例としては、正孔輸送層／電子輸送性発光層の2層型、正孔輸送層／発光層／電子輸送層の3層型などが挙げられる。また、効率を上げるために、ダブルヘテロ構造とするような積層型素子も多数提案されている。

#### 【0009】

このような積層構造の場合、再結合はある領域で、ほぼ集中して起こる。

たとえば、前記2層型の有機エレクトロルミネッセンス素子であれば、図5に示すように、支持基板1上で反射性電極3と透明電極2とからなる一对の電極間に挟持された正孔輸送層4と電子輸送性発光層5の界面層から、約10nm程度電子輸送性発光層側の領域6で集中的に発生する（Takuya, Ogawa et al, 「IEICE TRANS ELECTRON」 Vol. E85-C, No. 6, 頁1239、2002の報告）。

また、発光領域6で発生する光は全方向に放射される。その結果、図6に示すように、透明電極2側の光取り出し面方向に放射した光と、反射性電極3側に放射し反射されて光取り出し面方向に放射される光に光路差が生じる。

#### 【0010】

図6において、通常、有機エレクトロルミネッセンス素子の電子輸送性発光層の厚さは数十～百数十nmであり、可視光波長のオーダーである。したがって、最終的に外部に出射する光は干渉を起こし、発光領域と反射電極との距離dにより強め合ったり弱め合ったりする。

また、図6では正面方向の放射光のみを記述しているが、実際には斜め方向の光も存在し、距離dと発光波長 $\lambda$ によっては、放射光の角度により干渉条件が異なる。その結果、正面方向の光は強め合い、広角度方向の光は弱め合う場合や、その反対の場合が起こりうる。すなわち、発光輝度が視角度により変化する。もちろん、距離dが大きくなると、角度により顕著に光の強度が変化することにな

る。よって、通常は正面方向の光が互いに強め合うように、距離  $d$  が発光波長のおよそ  $1/4$  波長の長さとなるように膜厚が設定される。

#### 【0011】

また、距離  $d$  が、たとえば  $50\text{ nm}$  程度より薄くなると、通常金属が用いられる反射性電極では、光の吸収が顕著になり、発光強度の低下と強度分布にも影響が現れる。すなわち、有機エレクトロルミネッセンス素子では、発光領域と反射性電極との間の距離  $d$  により、放射光分布が顕著に変化し、前述した導波光成分もそれに伴い大きく変化する。

さらに、有機エレクトロルミネッセンス素子の発光スペクトルは、比較的広い波長にわたってブロードな特性をもっている。したがって、距離  $d$  により強め合う波長域が変化する結果、発光ピーク波長が変化する。また、距離  $d$  によっては、発光スペクトルも視角度により変化する。

#### 【0012】

これらの問題を解決するため、視角により発光色が異なる現象を抑制するように、膜厚を選定する提案がなされている（特許文献1参照）。しかしながら、導波光に関する記述はなく、この提案で発光色の視角依存性が抑制できる膜厚は、後述する本発明の範囲とは明らかに異なるものである。

#### 【0013】

以上の理由より、発光光のうち約  $80\%$  は導波光として素子内部に閉じ込められているという古典論的な計算では、積層型の有機エレクトロルミネッセンス素子の外部取り出し効率は正しく見積もれないことになる。すなわち、導波光成分も、素子構成により顕著に変化しているのである。たとえば、M. H. Luらの報告（J. Appl. Phys., Vol. 91, No. 2, p. 595, 2002）によれば、マイクロキャビティー効果を考慮した量子論的計算手法により、素子構成による導波光成分の変化について詳細な研究がなされている。

#### 【0014】

##### 【特許文献1】

特開平5-3081号公報（第2～4頁）

#### 【0015】

## 【発明が解決しようとする課題】

以上説明してきたように、素子構成による導波光成分の変化などについて詳しく研究し、その上で外部取り出し効率の向上に注目して詳細に検討した報告は、これまでなされておらず、上記検討に基づいた高効率な有機エレクトロルミネッセンス素子の出現が強く切望されている。

したがって、本発明は、有機エレクトロルミネッセンス素子において、従来、素子内部に導波光として閉じ込められていた損失光を、効率良く取り出し、外部取り出し効率にすぐれた有機エレクトロルミネッセンス素子を提供することを目的としており、またこの有機エレクトロルミネッセンス素子を用いた高効率な面光源および表示装置を提供することを目的としている。

## 【0016】

## 【課題を解決するための手段】

本発明者らは、上記の課題を解決するために、鋭意検討を重ねた結果、以下のような知見を得た。この知見について、図4を用いて説明する。

図4は、前記の図5に示した2層型の有機エレクトロルミネッセンス素子に関して、その発光領域6からの発光光が外部に出射される場合の模式図を、上半球面のみについて、示したものである。実際には、反射性電極3方向の発光光も存在するが、ここでは省略している。

## 【0017】

この図4において、支持基板（ガラス基板）1の屈折率と空気層の屈折率差により決まる臨界角は約40度である。すなわち、40度より大きな角度の光は、ガラス／空気界面で全反射し、導波光として素子内部に閉じ込められる。紙面上では40度／90度、すなわち、45%近くの光は、外部に出射するように見えるが、実際の発光は全方位に放射される。したがって、立体角の関係から、より広角度の成分になるほどその光量は大きくなる。上述の古典論的計算で発光効率が20%以下と算出されるのはそのためである。

## 【0018】

ところが、既述のとおり、実際の有機エレクトロルミネッセンス素子では光の干渉効果が起こる。これに対し、通常は、外部に出射できる正面方向の光が強め

合うように素子構成を決定するのが普通である。この場合、導波光は逆に弱め合うように干渉するため、この素子構成に対し、反射・屈折角に乱れを生ずる領域を形成しても、大きな輝度向上効果は望めない。

#### 【0019】

しかるに、本発明者らは、わざと正面方向の光は弱めあい、通常は導波光として素子内部に閉じ込められる広角度成分の光を強め合うように素子構成を決定し、大部分の光量が分布する導波光を増幅した上で、反射・屈折角に乱れを生ずる領域を形成してみたところ、上記従来の方法に比べ、発光効率が顕著に高められることがわかった。つまり、反射・屈折角に乱れを生ずる領域を設けない場合、発光効率がかえって低下する素子構成を形成した上で、上記領域を設けるようにすると、従来の素子構成に上記領域を設ける場合よりも、高効率な有機エレクトロルミネッセンス素子が得られることを知り、本発明を完成した。

#### 【0020】

すなわち、本発明は、発光層を含む少なくとも1層の有機層とこれを挟持する反射性電極と透明電極とからなる一対の電極が、光取り出し面から観測者側に放射される発光光の正面輝度値と50度～70度方向の輝度値が、式(1)；正面輝度値<50度～70度方向の輝度値、の関係を満たすように形成されてなる有機エレクトロルミネッセンス素子において、発光光が発光層から透明電極を介して観測者側に出射するまでの間に光の反射・屈折角に乱れを生じさせる領域を設けたことを特徴とする有機エレクトロルミネッセンス素子（以下、単に有機EL素子という）に係るものである。

また、本発明は、上記有機EL素子のとくに好ましい態様として、正孔と電子の再結合発光領域の中心部と反射性電極との距離を $d$  (nm)、発光層に用いている材料の蛍光発光スペクトルのピーク波長を $\lambda$  (nm)、発光層と反射性電極との間の有機層の屈折率を $n$ としたときに、式(2)； $(0.3/n)\lambda < d < (0.5/n)\lambda$ 、の関係を満たす有機EL素子に係るものである。

#### 【0021】

また、本発明は、光の反射・屈折角に乱れを生じさせる領域が、透明材料中にこれとは屈折率の異なる透明材料または不透明材料を分散分布させた光拡散性部

位からなる上記構成の有機EL素子、光の反射・屈折角に乱れを生じさせる領域が、レンズ構造からなる上記構成の有機EL素子、光の反射・屈折角に乱れを生じさせる領域が、凹凸面からなる上記構成の有機EL素子に係るものである。

さらに、本発明は、上記各構成の有機EL素子を具備することを特徴とする面光源に係るものであり、また上記各構成の有機EL素子を具備することを特徴とする表示装置に係るものである。

## 【0022】

### 【発明の実施の形態】

以下、本発明の実施の形態について、図面を参考にして、説明する。

図1は、本発明の2層型の有機EL素子の一例を示したものである。この素子は、基本構成として、支持基板1上に透明電極2、正孔輸送層4、電子輸送性発光層5および反射性電極3が順次積層された構成を有している。

つまり、上記の正孔輸送層4および電子輸送性発光層5からなる有機層が透明電極2と反射性電極3とからなる一対の電極間に挟持された構成を有しており、動作時には正孔輸送層4と電子輸送性発光層5の界面層から約10nm程度電子輸送性発光層側の領域で再結合が生じ、図示される発光領域6で集中して発光が生じる。

## 【0023】

また、本発明では、上記の基本構成として、とくに、正面方向の発光光は弱め合うが、素子内部に閉じ込められる導波光は強め合うような構成とされている。このことを、図2の特性図を用いて、説明する。

図2は、上記の基本構成のみからなる（すなわち、後述する反射・屈折角に乱れを生ずる領域を設ける前の）有機EL素子の輝度の角度分布を、正面0度から80度まで、10度おきに測定した特性図を示したものである。図中、曲線-aは本発明のもの、曲線-bは従来のものである。

ただし、基本構成中、透明電極2の厚さは100nm、正孔輸送層4の厚さは50nmであり、電子輸送性発光層5の厚さは、140nm（本発明のもの）および60nm（従来のもの）となっている。また、素子に流す電流は上記本発明のものと従来のもので同じとなるように電圧を印加して測定してある。



## 【0024】

この図2から、従来のものは、正面輝度値、つまり正面0度方向の輝度値が高く、しかも比較的広い角度範囲にわたって輝度値がおよそ一定であり、完全拡散型の好ましい輝度分布を示している。これに対し、本発明のものは、正面輝度値が低く、かつ広角度になるほど輝度が高くなる特性を示している。つまり、本発明のものは、輝度の角度依存性において、式(1)；正面輝度値<50度~70度方向の輝度値、の関係を満たすように構成されている。

なお、この関係は、上記の例では、電子輸送性発光層5の厚さの違いにより、達成しているが、発光層5を含む有機層と一对の電極との材料や厚さなどを適宜選択することにより、任意に達成できるものである。

## 【0025】

また、本発明のさらに好ましい態様として、正孔と電子の再結合発光領域6の中心部と反射性電極3との距離をd、発光層（この場合は電子輸送性発光層5）に用いている材料の蛍光発光スペクトルのピーク波長を $\lambda$ 、発光層と反射性電極3の間の有機層（この場合は電子輸送性発光層5）の屈折率をnとしたときに、式(2)； $(0.3/n)\lambda < d < (0.5/n)\lambda$ 、の関係を満たすように、構成されているのがとくに望ましい。

たとえば、上記の例で、電子輸送性発光層5の蛍光発光のピーク波長が540nmの緑色光であり、その屈折率が1.65であれば、上記距離dは98.2~163.6nmの範囲となるようにされているのが、望ましい。

## 【0026】

本発明では、このように式(1)を満たし、また好ましくは式(2)を満たす基本構成としたうえで、さらに発光層と観測者側の出射媒質との間に光の反射・屈折角に乱れを生じさせる領域7を設けたことを特徴とする。すなわち、本来、導波光として閉じ込められる光は、上記領域7に入射すると、その伝送角が変化し、この伝送角が全反射角よりも小さい角度に変化した光は素子外部に出射し、そうでない光も素子内を繰り返し反射し散乱する間に素子外部に出射する。これにより、目的とする高い発光効率を得られるものである。

## 【0027】

本発明において、上記の光の反射・屈折角に乱れを生じさせる領域7は、基本的に、全反射角以上の角度にある光の伝送角を効率良く全反射角以下の伝送角に乱すことができ、素子内部に閉じ込められている導波光をより多く外部に出射できるように形成されておればよく、その形成方法について、とくに限定はない。従来より提案されているものをそのまま応用できる。

#### 【0028】

たとえば、透明材料中にこれとは屈折率の異なる透明材料または不透明材料を分散分布させた光拡散性部位を形成すればよい。具体的には、ガラスやポリマー中に、シリカ粒子、チタニア粒子、ジルコニア粒子、プラスチック粒子、液晶粒子、気泡などを分散分布させたものなどが挙げられる。

これらの屈折率および屈折率差や粒子の粒径などにとくに限定はないが、光散乱を生じさせるという観点から、粒径は $0.1\mu\text{m}\sim 10\mu\text{m}$ 、屈折率差は0.05以上であることが好ましい。

#### 【0029】

また、レンズ構造も好適に用いることができる。レンズ構造とは同心円状、互いに平行な複数本の線状、格子状などに配列ないし形成された複数のレンズ、プリズム、V字溝などによって、直進する光の方向を変化させる薄型板状透明物質を意味する。具体例としては、レンティキュラーレンズシート、フレネルレンズシート、コーナーキューブレンズシート、ハエの目レンズシート、猫の目レンズシート、二重ハエの目レンズシート、二重レンティキュラーレンズシート、放射状レンティキュラーレンズシート、プリズムレンズフィルム、マイクロプリズムレンズフィルムなどや、これらのレンズシートの凸面を凹面に変えてなるレンズシート、透明球または半透明球を面状に並べたものなどが挙げられる。また、V字溝などの溝を彫ることによって光の方向を変化させたものでもよい。レンズシートの材質はガラスであってもよいし、樹脂であってもよい。

#### 【0030】

また、支持基板表面または各界面に物理的な凹凸面を形成してもよい。具体的には、支持基板表面を艶消し処理したり、有機層（ポリマー層）表面に周期的な凹凸構造を熱転写するなどして、形成することができる。

## 【0031】

本発明において、上記光の反射・屈折角に乱れを生じさせる領域7の形成位置についても限定はなく、任意の位置に形成できる。

たとえば、支持基板1の表面に粘着剤や接着剤を介して拡散フィルムを貼り合わせたり、支持基板1自体に光拡散性を持たせてもよく、また透明電極2と支持基板1の間に形成してもよい。発光面積が比較的大きい照明用途に用いる場合は、基板表面に形成すればよいが、表示装置のように発光面積が小さくなる場合は、発光層と反射・屈折角に乱れを生じさせる領域との伝送距離による視差を低減するため、できるだけ発光層近傍に形成するのが好ましい。

## 【0032】

本発明の有機EL素子において、前記の基本構成となる有機材料、電極材料、層構成や各層の膜厚に関してはとくに限定はなく、従来技術をそのまま適用することができる。有機層は低分子系材料を真空蒸着して形成してもよいし、高分子系材料を塗布法などにより形成してもよく、とくに制限はない。

## 【0033】

具体的な構成として、前記した2層型の有機EL素子である陽極／正孔輸送層／電子輸送性発光層／陰極のほか、3層型の有機EL素子である陽極／正孔輸送層／発光層／電子輸送層／陰極、これらの積層型素子とは異なる陽極／発光層／陰極などの種々の構成を選択でき、とくに限定はない。

陽極界面に正孔注入層や陰極界面に電子注入層を設けたり、再結合効率を高めるための電子ブロック層、正孔ブロック層を挿入した構成としてもよい。基本的には、発光効率がより高くなる構成、材料、形成方法を選択すると、少ない消費電力で強度のEL発光が得られ、本発明の効果をより高められる。

## 【0034】

電極材料も、適宜最適なものを選択できる。通常の有機EL素子において、陽極には酸化インジウム錫（ITO）、酸化錫などの透明導電膜が用いられ、陰極にはMgとAgをおよそ10：1の原子比で共蒸着したものや、Ca電極、Liを微量ドーピングしたAl電極などが陰極の低仕事関数化による電子注入効率向上の観点から応用されているが、とくに限定されるものではない。

## 【0035】

本発明に用いられる支持基板は、透明性の有無に関わらず、一般的なものが使用できる。ガラス基板を用い、発光を透明電極を介してガラス基板側に取り出す方法のほかに、不透明な金属板を支持基板に用い、基板とは逆の方面から光を取り出すような構成としてもよい。

また、陽極を透明電極とする以外に、たとえば陰極として有機層界面から厚さ数nm～十数nmの透光性を維持できる薄さの金属電極を形成し、その後、ITOを形成するなどして、陰極を透明電極としてもよい。もちろん、ポリマーフィルムのように可撓性のある材料を基板に用いてもよいし、基板自体に光の反射・屈折角に乱れを生じされる領域を形成したものであってもよい。

## 【0036】

本発明においては、このような構成からなる有機EL素子を発光素子として具備することを特徴とする面光源と、さらに上記有機EL素子を発光素子として具備することを特徴とする表示装置を、提供できる。これらにより、発光効率の高い面光源および表示装置を提供できるものである。

## 【0037】

## 【実施例】

つぎに、本発明を実施例により具体的に説明する。ただし、本発明は、以下の実施例のみに限定されるものではない。

## 【0038】

## 実施例1

## &lt;有機EL素子の基本構成の作製&gt;

ガラス基板の片面側に、ITOセラミックスターゲット ( $\text{In}_2\text{O}_3 : \text{SnO}_2 = 90 \text{ 重量\%} : 10 \text{ 重量\%}$ ) から、DCスパッタリング法にて、厚さ100nmのITO膜を形成し、透明電極（陽極）を形成した。

その後、フォトリソストを用いて、ITOをエッチングすることにより、発光面積が15mm×15mmとなるようにパターンを形成した。超音波洗浄を行ったのち、低圧紫外線ランプを用いてオゾン洗浄した。

## 【0039】

つぎに、ITO面上に、真空蒸着法により、有機層を順次形成した。まず、正孔注入層として、式(3)で表されるCuPcを、蒸着速度0.3 nm/sで、15 nmの厚さに形成した。つぎに、正孔輸送層として、式(4)で表される $\alpha$ -NPDを、蒸着速度0.3 nm/sで、40 nmの厚さに形成した。最後に、電子輸送性発光層として、式(5)で表されるAlqを、蒸着速度0.3 nm/sで、140 nmの厚さに形成した。

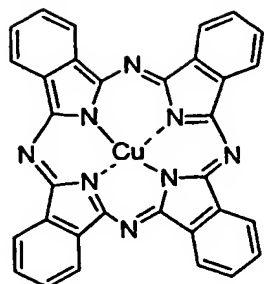
#### 【0040】

その後、Mgを1 nm/s、Agを0.1 nm/sの蒸着速度にて共蒸着し、厚さ100 nmのMgAgを形成後、MgAgの酸化防止の観点から、さらに、その上にAgを50 nm形成して、反射性電極(陰極)とした。

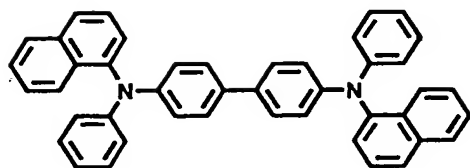
真空蒸着装置から取り出したのち、陰極電極側に紫外線硬化性エポキシ樹脂を滴下し、その上にスライドガラスを被せ、十分にエポキシ樹脂が広がった時点で高圧紫外線ランプを用いてエポキシ樹脂を硬化させ、素子を封止した。

【0041】

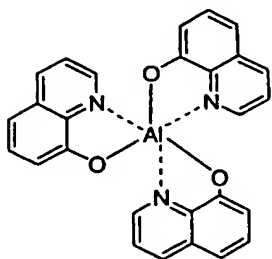
【化1】



---(3)



---(4)



---(5)

## 【0042】

このように作製した反射・屈折角に乱れを生じさせる領域を形成する前の有機EL素子について、15Vの電圧を印加したところ、 $10.5\text{ mA/cm}^2$ の電流密度で素子に電流が通じ、発光が観測された。

図3に示すように、市販の輝度計（トプコン社製の品名「BM9」）を用い、 $\theta$ 方向の素子の輝度を、0度～80度方向まで、10度おきに測定したところ、表1に示す結果となった。また、 $\phi$ 方向に測定方向を変えて、輝度の角度依存性を測定したところ、ほぼ全方向で輝度値は同じであった。

よって、 $\phi$ 方向に関しては、発光は均一に分布しているものと仮定し、80度方向までの空間に出射する単位面積当たりの光束量（ $\text{lm/m}^2$ ）を、数値的に積分して算出した。この結果も合わせて、表1に示した。

## 【0043】

表1のように、上記の有機EL素子は、本発明の式（1）の関係を十分に満たすものであった。また、この素子において、正孔と電子の再結合は、ほぼ $\alpha$ -NPDとAlqの界面で起こる。よって、本発明にいう正孔と電子の再結合発光領域の中心部と反射性電極との距離dはおよそ140nmであった。

また、励起光源に発光波長が365nmのブラックライトを用い、ガラス基板上に蒸着したAlq薄膜に照射した際の蛍光スペクトルのピーク波長 $\lambda$ はおよそ530nmであった。また、分光エリプソメータを用いて測定したAlq薄膜の屈折率nはおよそ1.67であった。よって、上記の有機EL素子は、本発明の式（2）の関係も満足するものであった。

## 【0044】

<反射・屈折角に乱れを生じさせる領域の形成>

トルエン50gに、屈折率1.43、粒子径 $4\mu\text{m}$ のシリコン粒子25gを加え、よく攪拌した。また、屈折率が1.47であるアクリル系粘着剤をトルエンに加えて溶解させた。この溶液を、粘着剤に対するシリコン濃度が25重量%になるように、上記のシリコン粒子を分散させたトルエン溶液に加え、さらに粘着剤のトルエンに対する濃度が25重量%になるように、濃度調整を行い、よく攪拌した。

アプリケーションを用い、セパレーター上に上記調整した溶液を塗布し、乾燥させることにより、厚さ  $20\ \mu\text{m}$  の光拡散性粘着剤を作製した。

【0045】

つぎに、前記のように作製した有機 EL 素子のガラス基板表面上に、上記の光拡散性粘着剤を 10 枚重ねて貼り合わせ、厚さがおよそ  $200\ \mu\text{m}$  の光散乱層を形成した。その後、この素子に前記同様にして、15 V の印加電圧を印加して、 $10.5\ \text{mA}/\text{cm}^2$  の電流密度で素子に電流を流した際の輝度を、0 度～80 度の範囲で測定した。この結果を、表 1 に合わせて示した。また、単位面積当たりの光束量についても、前記同様に算出し、表 1 に示した。

【0046】

表 1

角 度	輝度値 ( $\text{cd}/\text{m}^2$ )	
	光拡散層形成前	光拡散層形成後
0°	126	392
10°	138	382
20°	154	382
30°	181	424
40°	225	445
50°	272	466
60°	307	509
70°	386	487
80°	339	466
全光量	761 ( $\text{lm}/\text{m}^2$ )	1374 ( $\text{lm}/\text{m}^2$ )



## 【0047】

## 実施例 2

電子輸送性発光層として、式(5)で表されるAlqを120nmの厚さに形成した以外は、実施例1と同様にして、基本構成としての有機EL素子と、これに光散乱層を形成した有機EL素子を作製した。

この光散乱層の形成前後の有機EL素子に13.1Vの電圧を印加し、同様に10.5mA/cm<sup>2</sup>の電流密度で素子に電流を流して発光させ、実施例1と同様に評価した。これらの結果を表2に示した。なお、光拡散層を形成する前の $\theta$ 方向の輝度分布は、本発明の式(1)の関係を満足し、またAlq層120nmという値も、本発明の式(2)の関係を満足するものであった。

## 【0048】

表 2

角 度	輝度値 (cd/m <sup>2</sup> )	
	光拡散層形成前	光拡散層形成後
0°	166	426
10°	171	431
20°	176	450
30°	205	460
40°	245	465
50°	284	484
60°	313	499
70°	362	484
80°	342	377
全光量	798 (lm/m <sup>2</sup> )	1432 (lm/m <sup>2</sup> )

## 【0049】

## 比較例 1

電子輸送性発光層として、式(5)で表されるAlqを60nmの厚さに形成した以外は、実施例1と同様にして、基本構成としての有機EL素子と、これに光散乱層を形成した有機EL素子を作製した。

この光散乱層の形成前後の有機EL素子に8.2Vの電圧を印加し、同様に10.5mA/cm<sup>2</sup>の電流密度で素子に電流を流して発光させ、実施例1と同様に評価した。これらの結果を表3に示した。なお、光拡散層を形成する前の $\theta$ 方向の輝度分布は、本発明の式(1)の関係を満足せず、またAlq層60nmという値も、本発明の式(2)の関係を満足しないものであった。

## 【0050】

表3

角 度	輝 度 値 (cd/m <sup>2</sup> )	
	光拡散層形成前	光拡散層形成後
0°	323	384
10°	323	384
20°	319	384
30°	315	384
40°	302	360
50°	286	336
60°	269	312
70°	244	265
80°	202	143
全光量	884 (lm/m <sup>2</sup> )	1034 (lm/m <sup>2</sup> )

## 【0051】

## 比較例 2

電子輸送性発光層として、式(5)で表されるAlqを25nmの厚さに形成した以外は、実施例1と同様にして、基本構成としての有機EL素子と、これに光散乱層を形成した有機EL素子を作製した。

この光散乱層の形成前後の有機EL素子に6.1Vの電圧を印加し、同様に10.5mA/cm<sup>2</sup>の電流密度で素子に電流を流して発光させ、実施例1と同様に評価した。これらの結果を表4に示した。なお、光拡散層を形成する前の $\theta$ 方向の輝度分布は、本発明の式(1)の関係を満足せず、またAlq層25nmという値も、本発明の式(2)の関係を満足しないものであった。

## 【0052】

表4

角 度	輝度値 (cd/m <sup>2</sup> )	
	光拡散層形成前	光拡散層形成後
0°	123	138
10°	123	138
20°	118	138
30°	114	138
40°	107	137
50°	106	135
60°	102	126
70°	95	116
80°	82	95
全光量	328 (lm/m <sup>2</sup> )	402 (lm/m <sup>2</sup> )

## 【0053】

## 比較例 3

電子輸送性発光層として、式(5)で表されるAlqを180nmの厚さに形成した以外は、実施例1と同様にして、基本構成としての有機EL素子と、これに光散乱層を形成した有機EL素子を作製した。

この光散乱層の形成前後の有機EL素子に17.3Vの電圧を印加し、同様に10.5mA/cm<sup>2</sup>の電流密度で素子に電流を流して発光させ、実施例1と同様に評価した。これらの結果を表5に示した。なお、光拡散層を形成する前の $\theta$ 方向の輝度分布は、本発明の式(1)の関係を満足せず、またAlq層180nmという値も、本発明の式(2)の関係を満足しないものであった。

## 【0054】

表5

角 度	輝度値 (cd/m <sup>2</sup> )	
	光拡散層形成前	光拡散層形成後
0°	154	243
10°	148	240
20°	134	238
30°	116	252
40°	101	267
50°	92	267
60°	95	264
70°	89	243
80°	80	157
全光量	323 (lm/m <sup>2</sup> )	773 (lm/m <sup>2</sup> )

## 【0055】

## 比較例 4

電子輸送性発光層として、式(5)で表されるAlqを220nmの厚さに形成した以外は、実施例1と同様にして、基本構成としての有機EL素子と、これに光散乱層を形成した有機EL素子を作製した。

この光散乱層の形成前後の有機EL素子に21.2Vの電圧を印加し、同様に10.5mA/cm<sup>2</sup>の電流密度で素子に電流を流して発光させ、実施例1と同様に評価した。これらの結果を表6に示した。なお、光拡散層を形成する前の $\theta$ 方向の輝度分布は、本発明の式(1)の関係を満足せず、またAlq層220nmという値も、本発明の式(2)の関係を満足しないものであった。

## 【0056】

表6

角 度	輝度値 (cd/m <sup>2</sup> )	
	光拡散層形成前	光拡散層形成後
0°	363	363
10°	354	367
20°	358	354
30°	341	341
40°	311	320
50°	272	332
60°	225	302
70°	177	263
80°	160	207
全光量	863 (lm/m <sup>2</sup> )	975 (lm/m <sup>2</sup> )

## 【0057】

上記の実施例 1, 2 の結果を、表 7 にまとめて示した。

表 7

	実施例 1	実施例 2
A1q 層の膜厚 (nm)	140	120
正面輝度 ( $\text{cd}/\text{m}^2$ )		
光拡散層形成前	126	166
光拡散層形成後	392	426
輝度増加度	3.11	2.56
全光束量 ( $\text{lm}/\text{m}^2$ )		
光拡散層形成前	761	798
光拡散層形成後	1374	1432
光量増加度	1.81	1.79

## 【0058】

また、上記の比較例 1～4 の結果を、表 8 にまとめて示した。

表 8

	比較例 1	比較例 2	比較例 3	比較例 4
A l q 層の膜厚 (nm)	60	25	180	220
正面輝度 (cd/m <sup>2</sup> )				
光拡散層形成前	323	123	154	363
光拡散層形成後	384	138	243	363
輝度増加度	1.19	1.13	1.58	1.00
全光束量 (lm/m <sup>2</sup> )				
光拡散層形成前	884	328	323	863
光拡散層形成後	1034	402	773	975
光量増加度	1.17	1.23	2.39	1.13

## 【0059】

上記の結果から明らかなように、本発明の実施例 1, 2 の有機 EL 素子は、光拡散層を形成する前は、輝度、全光束量とも大きな値は得られていないが、光拡散層を形成したのちは、正面輝度、全光束量ともに大きく輝度が増加しており、同一の素子電流を流して比較すると、比較例 1～4 のどの有機 EL 素子よりも、最終的に高効率な有機 EL 素子が得られることがわかる。

## 【0060】

## 実施例 3

トルエン 10 g に、屈折率 1.43、粒子径 4 μm のシリコン粒子 1.5 g を加え、よく攪拌した。また、ポリメチルメタクリレート (PMMA) 樹脂を、濃度が 20 重量%となるように、トルエンに加えて溶解させた。この溶液を、P

MMAに対するシリコン濃度が15重量%になるように、上記のシリコン粒子を分散させたトルエン溶液に加え、さらにPMMAのトルエンに対する濃度が20重量%になるように、濃度調整を行い、よく攪拌した。

その後、ガラス基板上に、PMMA層の厚みが約200  $\mu\text{m}$ となるように、アプリケーションを用いてコーティングして、光拡散層を形成した。

#### 【0061】

上記のガラス基板の光拡散層に、Siターゲットを用い、アルゴンガスと酸素ガスの混合ガス雰囲気にて反応性スパッタ法を用い、厚さ50 nmのSiO<sub>2</sub>を形成した。その後、さらにその面上に、実施例1と同様の方法で、厚さが100 nmのITO膜を形成して、透明電極（陽極）とした。

その後、フォトリソストを用いて、ITOをエッチングすることにより、発光面積が15 mm×15 mmとなるようにパターンを形成した。超音波洗浄を行ったのち、低圧紫外線ランプを用いてオゾン洗浄した。

#### 【0062】

つぎに、ITO面上に、真空蒸着法により、有機層を順次形成した。まず、正孔注入層として、前記の式(3)で表されるCuPcを、蒸着速度0.3 nm/sで、15 nmの厚さに形成した。つぎに、正孔輸送層として、前記の式(4)で表される $\alpha$ -NPDを、蒸着速度0.3 nm/sで、40 nmの厚さに形成した。最後に、電子輸送性発光層として、前記の式(5)で表されるAlqを、蒸着速度0.3 nm/sで、140 nmの厚さに形成した。

#### 【0063】

その後、Mgを1 nm/s、Agを0.1 nm/sの蒸着速度にて共蒸着し、厚さ100 nmのMgAgを形成後、MgAgの酸化防止の観点から、さらに、その上にAgを50 nm形成して、反射性電極（陰極）とした。

真空蒸着装置から取り出したのち、陰極電極側に紫外線硬化性エポキシ樹脂を滴下し、その上にスライドガラスを被せ、十分にエポキシ樹脂が広がった時点で高圧紫外線ランプを用いてエポキシ樹脂を硬化させ、素子を封止した。

#### 【0064】

このように作製した有機EL素子について、15 Vの電圧を印加したところ、



10.5 mA/cm<sup>2</sup> の電流密度で素子に電流が通じ、発光が観測された。この際の正面輝度は418 (cd/m<sup>2</sup>)、全光束量は1492 (lm/m<sup>2</sup>)であった。この結果から、光拡散層を形成する前の $\theta$ 方向の角度分布が式(1)の関係を満たし、また素子構成自体が式(2)の関係を満たすようにすることにより、これに反射・屈折角に乱れを生じさせる領域を設けることにより、本発明の効果が十分に発揮できるものであることが確認された。

#### 【0065】

##### 実施例4

実施例1において、反射・屈折角に乱れを生じさせる領域として、光拡散性粘着剤を用いる代わりに、三角錐が多数配置されたコーナークュープレズシートを使用し、これを透明粘着剤を介して有機EL素子のガラス基板表面に貼り合わせるようにした以外は、実施例1と同様にして、有機EL素子を作製した。

#### 【0066】

##### 比較例5

電子輸送性発光層として、式(5)で表されるAlqを60nmの厚さに形成した以外は、実施例4と同様にして、有機EL素子を作製した。

#### 【0067】

上記の実施例4および比較例5の有機EL素子について、前記と同様にして、全光束量を求めたところ、実施例4の有機EL素子は1792 (lm/m<sup>2</sup>)、比較例5の有機EL素子は1308 (lm/m<sup>2</sup>)となり、本発明の有機EL素子とすることにより、発光効率が高められることが確認された。

#### 【0068】

##### 【発明の効果】

以上のように、本発明では、反射・屈折角に乱れを生じさせる領域を形成する前は発光効率が低いが、本来素子内部に閉じ込められる導波光成分を増幅するようにし、これに反射・屈折角に乱れを生じさせる領域を形成して、導波光成分を外部に取り出す構成としたことにより、最終的に出射光量を増加でき、より高効率な有機EL素子を提供できる。また、この有機EL素子を用いることにより、低消費電力の面光源や表示装置を提供できる。

**【図面の簡単な説明】****【図 1】**

本発明の有機エレクトロルミネッセンス素子の一例を示す断面図である。

**【図 2】**

本発明および従来の有機エレクトロルミネッセンス素子の基本構成についての（反射・屈折角に乱れを生じさせる領域を形成する前の）特性図である。

**【図 3】**

実施例 1 の有機エレクトロルミネッセンス素子の特性の説明図である。

**【図 4】**

本発明の有機エレクトロルミネッセンス素子の原理説明図である。

**【図 5】**

有機エレクトロルミネッセンス素子の発光領域を示す説明図である。

**【図 6】**

有機エレクトロルミネッセンス素子の輝度についての説明図である。

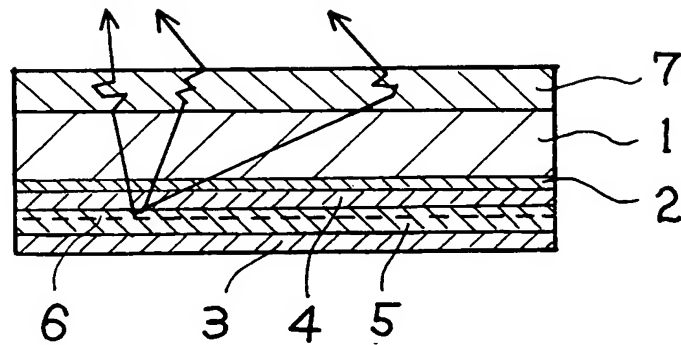
**【符号の説明】**

- 1 支持基板（ガラス基板）
- 2 透明電極（陽極）
- 3 反射性電極（陰極）
- 4 正孔輸送層
- 5 電子輸送性発光層
- 6 発光領域
- 7 反射・屈折角に乱れを生じさせる領域

【書類名】

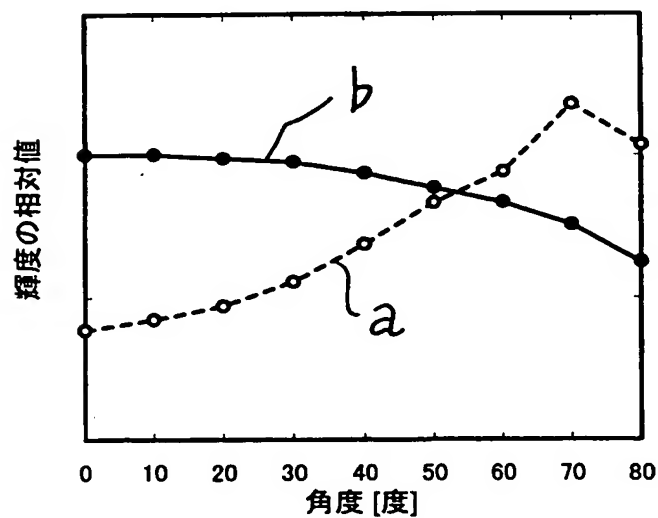
図面

【図 1】

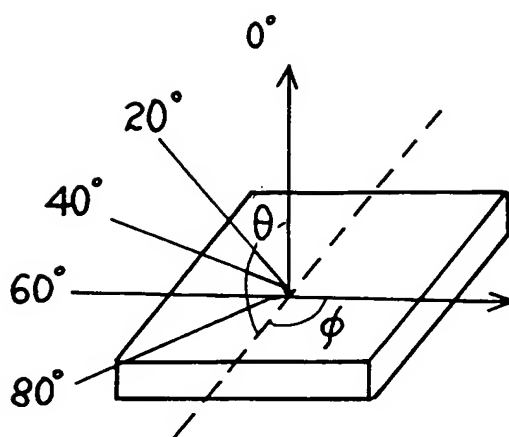


- |                       |               |
|-----------------------|---------------|
| 1 : 支持基板 (ガラス基板)      | 2 : 透明電極 (陽極) |
| 3 : 反射性電極 (陰極)        | 4 : 正孔輸送層     |
| 5 : 電子輸送性発光層          | 6 : 発光領域      |
| 7 : 反射・屈折角に乱れを生じさせる領域 |               |

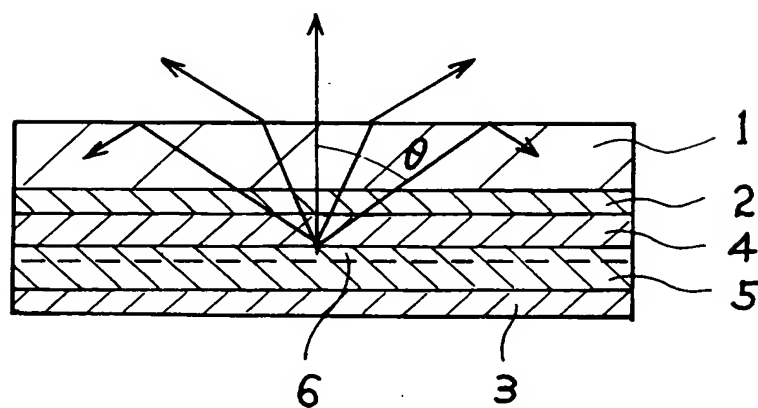
【図 2】



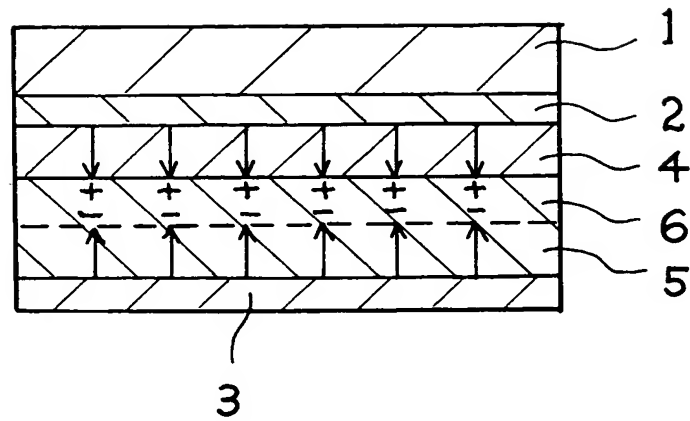
【図 3】



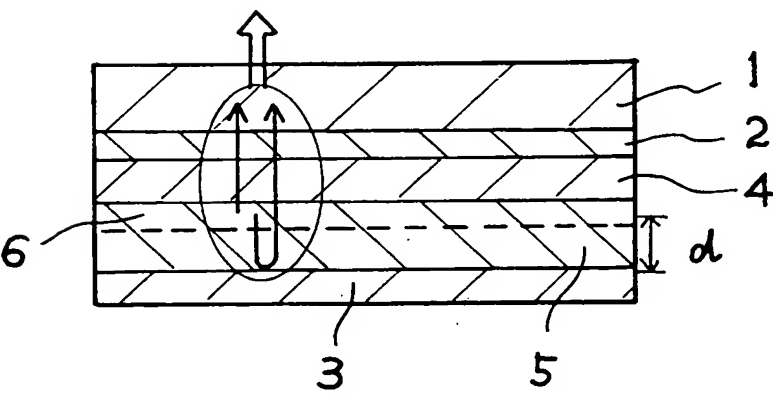
【図 4】



【図 5】



【図 6】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 素子内部に導波光として閉じ込められていた損失光を効率良く取り出し、外部取り出し効率にすぐれた有機エレクトロルミネッセンス素子を得ることを目的とする。

【解決手段】 発光層（５）を含む少なくとも１層の有機層（４，５）とこれを挟持する反射性電極（３）と透明電極（２）とからなる一对の電極が、光取り出し面から観測者側に放射される発光光の正面輝度値と 5 0 度～7 0 度方向の輝度値が、式（１）；正面輝度値< 5 0 度～7 0 度方向の輝度値、の関係を満たすように形成されてなる有機エレクトロルミネッセンス素子において、発光光が発光層（５）から透明電極（２）を介して観測者側に出射するまでの間に光の反射・屈折角に乱れを生じさせる領域 7 を設けたことを特徴とする有機エレクトロルミネッセンス素子。

【選択図】 図 1

特願 2 0 0 2 - 3 4 1 8 2 1

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[ 0 0 0 0 0 3 9 6 4 ]

1. 変更年月日

1 9 9 0 年 8 月 3 1 日

[変更理由]

新規登録

住 所

大阪府茨木市下穂積 1 丁目 1 番 2 号

氏 名

日東電工株式会社

日本国特許庁  
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出願年月日 2003年 1月 6日  
Date of Application:

出願番号 特願2003-000080  
Application Number:

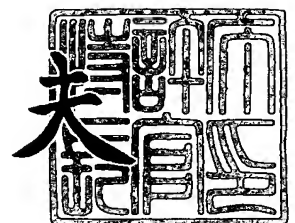
[ST. 10/C]: [JP 2003-000080]

出願人 日東電工株式会社  
Applicant(s):

2003年11月13日

特許庁長官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

今井 康



出証番号 出証特2003-3093875



(●)

【書類名】 特許願

【整理番号】 PE1-DA6114

【提出日】 平成15年 1月 6日

【あて先】 特許庁長官 殿

【国際特許分類】 H05B 33/00

【発明者】

【住所又は居所】 大阪府茨木市下穂積 1 丁目 1 番 2 号 日東電工株式会社  
内

【氏名】 中村 年孝

【発明者】

【住所又は居所】 大阪府茨木市下穂積 1 丁目 1 番 2 号 日東電工株式会社  
内

【氏名】 宮武 稔

【特許出願人】

【識別番号】 000003964

【氏名又は名称】 日東電工株式会社

【代表者】 竹本 正道

【代理人】

【識別番号】 100079153

【弁理士】

【氏名又は名称】 祢▲ぎ▼元 邦夫

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 004628

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9102494

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 有機エレクトロルミネッセンス素子とそれを用いた偏光面光源および表示装置

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 発光層を含む少なくとも 1 層の有機層とこれを挟持する反射性電極と透明電極とからなる一対の電極が、光取り出し面から観測者側に放射される発光光の正面輝度値と 50 度～70 度方向の輝度値が、式 (1) ; 正面輝度値 < 50 度～70 度方向の輝度値、の関係を満たすように形成されてなる有機エレクトロルミネッセンス素子において、発光光が発光層から透明電極を介して観測者側に出射するまでの間に、透光性樹脂中に複屈折特性の相違する微小領域を分散分布させた偏光散乱性部位が、実質的に空気層を介することなく形成されていることを特徴とする有機エレクトロルミネッセンス素子。

【請求項 2】 正孔と電子の再結合発光領域の中心部と反射性電極との距離を  $d$  (nm)、発光層に用いている材料の蛍光発光スペクトルのピーク波長を  $\lambda$  (nm)、発光層と反射性電極との間の有機層の屈折率を  $n$  とすると、式 (2) ;  $(0.3/n) \lambda < d < (0.5/n) \lambda$ 、の関係を満たす請求項 1 に記載の有機エレクトロルミネッセンス素子。

【請求項 3】 偏光散乱性部位における微小領域は、液晶性材料、液晶相を過冷却固定したガラス状態材料または重合性液晶の液晶相をエネルギー線により架橋固定した材料から構成されている請求項 1 または 2 に記載の有機エレクトロルミネッセンス素子。

【請求項 4】 偏光散乱性部位は、透光性樹脂中にこの樹脂のガラス転移温度よりも低温でネマチック液晶相を呈するガラス転移温度が 50℃以上の液晶ポリマーからなる微小領域を分散含有させたものである請求項 1 または 2 に記載の有機エレクトロルミネッセンス素子。

【請求項 5】 偏光散乱性部位は、微小領域とそれ以外の部分との間で、微小領域の各光軸方向における屈折率差  $\Delta n_1$ 、 $\Delta n_2$ 、 $\Delta n_3$  が最大値を示す軸方向 ( $\Delta n_1$  方向) において 0.03～0.5 ( $\Delta n_1$ ) であり、この軸方向と直交する 2 軸方向 ( $\Delta n_2$  方向、 $\Delta n_3$  方向) において 0.03 以下である請求

項 1 ～ 4 のいずれかに記載の有機エレクトロルミネッセンス素子。

【請求項 6】 請求項 1 ～ 5 のいずれかに記載の有機エレクトロルミネッセンス素子を具備することを特徴とする偏光面光源。

【請求項 7】 請求項 1 ～ 5 のいずれかに記載の有機エレクトロルミネッセンス素子を具備することを特徴とする表示装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、発光効率、とくに発光光の外部取り出し効率にすぐれた有機エレクトロルミネッセンス素子に関し、またこの有機エレクトロルミネッセンス素子を用いた高効率な偏光面光源および表示装置に関する。

【0002】

【従来の技術】

電極間に発光層を設け、電氣的に発光を得るエレクトロルミネッセンス素子や発光ダイオードは、ディスプレイ表示装置としての利用はもちろん、平面型照明、光ファイバー用光源、液晶ディスプレイ用バックライト、液晶プロジェクタ用バックライトなどの各種光源としても、盛んに研究開発が進んでいる。とくに、有機エレクトロルミネッセンス素子は、発光効率、低電圧駆動、軽量、低コストという点ですぐれており、近年、注目を浴びている。これらの光源用途で最大の関心事は発光効率の向上であり、蛍光灯に匹敵する発光効率を目標として、素子構成、材料、駆動方法、製造方法などの改良が検討されている。

【0003】

しかし、有機エレクトロルミネッセンス素子のように発光層自体から発光を取り出す固体内発光素子では、発光層の屈折率と出射媒質との屈折率により決まる臨界角以上の発光光は全反射し内部に閉じ込められ、導波光として失われる。古典論的な屈折の法則（スネルの法則）による計算では、発光層の屈折率を  $n$  とすると、発生した光が外部に取り出される光取り出し効率  $\eta$  は、 $\eta = 1 / (2 n^2)$  で近似される。仮に発光層の屈折率が 1.7 であると、 $\eta \approx 17\%$  程度となり、80% 以上の光は導波光として素子側面方向の損失光として失われる。

## 【0004】

また、有機エレクトロルミネッセンス素子では、電極から注入された電子・正孔の再結合により生成する励起子のうち、発光に寄与するのは1重項励起子のみであり、その生成確率は1/4である。すなわち、これだけを考慮しても、効率は5%以下と極めて低いものとなる。

近年、発光層自体の発光効率を上げる方法として、3重項励起子からの燐光からも発光が得られる発光材料の開発（特開2001-313178号公報）も進んでおり、量子効率を飛躍的に向上できる可能性も見い出されている。しかし、仮に量子効率を向上できても、取り出し効率としてはそれに乗ずる形で発光効率を低下させてしまう。言い換えると、取り出し効率を改善できれば、相乗効果として飛躍的に効率を向上できる余地が残されている。

## 【0005】

このように、導波光を外部に取り出すには、発光層と出射面との間に反射・屈折角を乱れさせる領域を形成し、スネルの法則を崩して、本来導波光として全反射される光の伝送角を変化させてやるか、発光自体に集光性を持たせる必要がある。しかし、導波光をすべて外部に出射させる領域を形成するのは容易でなく、このため、できるだけ多くの導波光を取り出す提案がなされている。

## 【0006】

たとえば、取り出し効率を改善する方法として、基板自体に集光性を持たせることで取り出し効率を向上させる方法（特開昭63-314795号公報）や、発光層をディスコチック液晶で形成し、発光層自体の正面指向性を向上させる方法（特開平10-321371号公報）、素子自体に立体構造や傾斜面、回折格子などを形成する方法（特開平11-214162号、特開平11-214163号、特開平11-283751号公報）が提案されている。

しかしながら、これらの提案では複雑な構成になってしまったり、発光層自体の発光効率が低くなるなどの問題がある。

## 【0007】

また、比較的簡単な方法として、光拡散層を形成し、光の屈折角を変化させて全反射条件にある光を減らす方法も提案されている。

たとえば、内部と表面で屈折率の異なる屈折率分布構造を有する粒子を透明基材中に分散させた拡散板を使用する方法（特開平6-347617号公報）、透光性基体上に単粒子層を並べた拡散部材を使用する方法（特開2001-356207号公報）、発光層と同じ材質中に散乱粒子を分散させる方法（特開平6-151061号公報）などが、数多く提案されている。

これらの提案では、散乱粒子の特性、分散マトリックスとの屈折率差、粒子の分散形態、散乱層の形成場所などに特徴を見出したものである。

#### 【0008】

ところで、有機エレクトロルミネッセンス素子は、電界を印加することで、陽極より注入された正孔と陰極より注入された電子とが再結合して励起子となり、蛍光物質（または燐光物質）が発光する原理を利用したものである。よって、量子効率を上げるためには、この再結合が効率良く行われる必要がある。その方法として一般的に行われるのが、素子を積層構造とする方法である。積層構造の例としては、正孔輸送層／電子輸送性発光層の2層型、正孔輸送層／発光層／電子輸送層の3層型などが挙げられる。また、効率を上げるために、ダブルヘテロ構造とするような積層型素子も多数提案されている。

#### 【0009】

このような積層構造の場合、再結合はある領域で、ほぼ集中して起こる。

たとえば、前記2層型の有機エレクトロルミネッセンス素子であれば、図5に示すように、支持基板1上で反射性電極3と透明電極2とからなる一対の電極間に挟持された正孔輸送層4と電子輸送性発光層5の界面層から、約10nm程度電子輸送性発光層側の領域6で集中的に発生する（Takuya, Ogawa et al, 「IEICE TRANS. ELECTRON」 Vol. E85-C, No. 6, p. 1239、2002の報告）。

また、発光領域6で発生する光は全方向に放射される。その結果、図6に示すように、透明電極2側の光取り出し面方向に放射した光と、反射性電極3側に放射し反射されて光取り出し面方向に放射される光に光路差が生じる。

#### 【0010】

図6において、通常、有機エレクトロルミネッセンス素子の電子輸送性発光層

の厚さは数十～百数十 nm であり、可視光波長のオーダーである。したがって、最終的に外部に出射する光は干渉を起こし、発光領域と反射電極との距離  $d$  により強め合ったり弱め合ったりする。

また、図 6 では正面方向の放射光のみを記述しているが、実際には斜め方向の光も存在し、距離  $d$  と発光波長  $\lambda$  によっては、放射光の角度により干渉条件が異なる。その結果、正面方向の光は強め合い、広角度方向の光は弱め合う場合や、その反対の場合が起こりうる。すなわち、発光輝度が視角度により変化する。もちろん、距離  $d$  が大きくなると、角度により顕著に光の強度が変化することになる。よって、通常は正面方向の光が互いに強め合うように、距離  $d$  が発光波長のおよそ  $1/4$  波長の長さとなるように膜厚が設定される。

#### 【0011】

また、距離  $d$  が、たとえば 50 nm 程度より薄くなると、通常金属が用いられる反射性電極では、光の吸収が顕著になり、発光強度の低下と強度分布にも影響が現れる。すなわち、有機エレクトロルミネッセンス素子では、発光領域と反射性電極との間の距離  $d$  により、放射光分布が顕著に変化し、前述した導波光成分もそれに伴い大きく変化する。

さらに、有機エレクトロルミネッセンス素子の発光スペクトルは、比較的広い波長にわたってブロードな特性をもっている。したがって、距離  $d$  により強め合う波長域が変化する結果、発光ピーク波長が変化する。また、距離  $d$  によっては、発光スペクトルも視角度により変化する。

#### 【0012】

これらの問題を解決するため、視角により発光色が異なる現象を抑制するように、膜厚を選定する提案がなされている（特許文献 1 参照）。しかしながら、導波光に関する記述はなく、この提案で発光色の視角依存性が抑制できる膜厚は、後述する本発明の範囲とは明らかに異なるものである。

#### 【0013】

以上の理由より、発光光のうち約 80% は導波光として素子内部に閉じ込められているという古典論的な計算では、積層型の有機エレクトロルミネッセンス素子の外部取り出し効率は正しく見積もれないことになる。すなわち、導波光成分

も、素子構成により顕著に変化しているのである。たとえば、M. H. Luらの報告（J. Appl. Phys., Vol. 91, No. 2, p. 595, 2002）によれば、マイクロキャビティー効果を考慮した量子論的計算手法により、素子構成による導波光成分の変化について詳細な研究がなされている。

したがって、全反射条件を崩すべく、光拡散層などを形成しても、古典論から期待されるほど大きな効果が得られない場合も起こりうる。

#### 【0014】

また、これらの有機エレクトロルミネッセンス素子を液晶表示装置用のバックライト光源として用いる場合、素子から放射される発光光は自然光であるため、液晶表示に際しては、それらを偏光板を介して直線偏光に変換する必要がある。その結果、偏光板による吸収ロスを生じることになり、光の利用効率を50%を超える値とすることができないという問題があった。

#### 【0015】

このような問題を改善する方法として、配向膜上に有機エレクトロルミネッセンス素子層を形成し、発光光自体を直線偏光発光として取り出す提案がなされている（特許文献2参照）。しかしながら、この提案により偏光板での吸収ロスは最大で1/2に低減できるものの、有機薄膜を配向させるための配向膜などの挿入により、素子の発光効率が低下するおそれがある。また、全反射による導波光に関しては従来の素子と同様、改良されていない。

#### 【0016】

また、本件出願人は、偏光散乱フィルムを介して有機エレクトロルミネッセンス素子による発光を出射させる方法を提案している（特許文献3参照）。この提案は、光散乱により導波光として失われている光が取り出され、かつ出射光は直線偏光リッチな偏光として取り出されるため、偏光板での吸収ロスを低減でき、液晶表示装置用の光源として高効率な面光源を提供できる。

しかし、たとえば前記した発光領域と反射性電極との距離による干渉の影響と導波光の関係については言及されておらず、液晶表示装置用の光源として、その効果を最大限に引き出せるものとはいえない。

#### 【0017】



## 【特許文献 1】

特開平 5-3081 号公報 (第 2～4 頁)

## 【特許文献 2】

特開平 11-316376 号公報 (第 2～4 頁)

## 【特許文献 3】

特開 2001-203074 号公報 (第 2～6 頁)

## 【0018】

## 【発明が解決しようとする課題】

以上説明してきたように、従来の技術では、素子構成による導波光成分の変化などについて詳しく研究し、その上で外部取り出し効率の向上に注目して詳細に検討した報告は、これまでなされておらず、偏光を利用した表示装置用に最適な高効率な偏光面光源の出現が強く切望されている。

## 【0019】

したがって、本発明は、有機エレクトロルミネッセンス素子において、従来、素子内部に導波光として閉じ込められていた損失光を、効率良くしかも偏光光として取り出し、外部取り出し効率にすぐれた有機エレクトロルミネッセンス素子を提供すること、またこの有機エレクトロルミネッセンス素子を用いた高効率な偏光面光源および表示装置を提供することを目的としている。

## 【0020】

## 【課題を解決するための手段】

本発明者らは、上記の課題を解決するために、鋭意検討を重ねた。

まず、図 4 は、前記の図 5 に示した 2 層型の有機エレクトロルミネッセンス素子に関して、その発光領域 6 からの発光光が外部に出射される場合の模式図を、上半球面のみについて、示したものである。実際には、反射性電極 3 方向の発光光も存在するが、ここでは省略している。

## 【0021】

この図 4 において、支持基板（ガラス基板）1 の屈折率と空気層の屈折率差により決まる臨界角は約 40 度である。すなわち、40 度より大きな角度の光は、ガラス／空気界面で全反射し、導波光として素子内部に閉じ込められる。紙面上

では40度/90度、すなわち、45%近くの光は、外部に出射するように見えるが、実際の発光は全方位に放射される。したがって、立体角の関係から、より広角度の成分になるほどその光量は大きくなる。上述の古典論的計算で発光効率が20%以下と算出されるのはそのためである。

#### 【0022】

本発明者らは、このような有機エレクトロルミネッセンス素子において、支持基板（ガラス基板）1上の光取り出し面側、つまり透明電極2とは反対面側に、透光性樹脂中に複屈折特性の相違する微小領域を分散分布させた偏光散乱性部位を実質的に空気層を介することなく形成して、このときの発光領域6からの発光光の外部への出射の様子を調べてみた。

#### 【0023】

発光光のうち、紙面上半球の光は透明電極、ガラス基板を通過し、上記の偏光散乱性部位に入射する。また、下半球の光は陰極により反射されたのち、同様に偏光散乱性部位に入射する。この過程で屈折率の低い空気層（屈折率=1）が介在しないため、発光光は全反射を受けることなく偏光散乱性部位に入射することができる（ただし、透明電極やガラス基板の屈折率によっては、一部の光が全反射される場合がある）。図4に示すように、通常の素子では、ガラス基板の屈折率と空気層の屈折率差により決まる臨界角以上の角度の光は全反射して導波光として失われ、通常の20%程度しか外部に出射されない。

#### 【0024】

全反射することなく偏光散乱部位に入射した発光光の大部分は、偏光散乱性部位と空気界面との屈折率差により全反射され、偏光散乱部位内を伝送する。この伝送光は、偏光散乱部位内で微小領域との最大屈折率差（ $\Delta n_1$ ）を示す軸方向（ $\Delta n_1$  方向）に平行な振動面を有する直線偏光成分が選択的に強く散乱され、その一部が全反射角よりも小さい角度となり、外部（空気）へ出射する。ちなみに、微小領域が存在せず選択的な偏光散乱が起きない場合、発光光は、立体角の関係上、約80%が閉じ込められ、全反射を繰り返している状態である。

閉じ込められた光は、微小領域と透光性樹脂との界面での散乱にて全反射条件が壊されたときのみ外部に出射するため、微小領域のサイズや存在の程度により

出射の効率を任意に制御可能である。

#### 【0025】

一方、前記の $\Delta n_1$  方向の散乱で大きい角度で散乱された光と、 $\Delta n_1$  方向条件を満足したが散乱を受けなかった光と、さらに $\Delta n_1$  方向以外の振動方向を有する光は、偏光散乱性部位内に閉じ込められて全反射を繰り返しつつ伝送され、複屈折位相差などにより偏光状態も解消されて前記の $\Delta n_1$  方向条件を満足して出射する機械を待つ。この繰り返しのにより、偏光散乱性部位より所定振動面の直線偏光が効率よく出射される。すなわち、最終的に本来導波光として閉じ込められている光を直線偏光成分として取り出すことが可能になる。

#### 【0026】

よって、この方法では、マイクロレンズや反射ドットなどの特別な光出射手段を形成することなく、発光光を直線偏光成分がリッチな偏光光として、効率よく外部へ出射させることができる。また、偏光散乱性部位の設置角度によって直線偏光の振動方向を任意に変えることができる。したがって、液晶表示装置用のバックライトに用いる場合、消費電力を低減することが可能となる。

#### 【0027】

本発明者らは、さらに発光効率を向上させるべく、研究を重ねた。

既述したとおり、実際の有機エレクトロルミネッセンス素子では、図6に示すように光の干渉効果が起こる。通常の有機エレクトロルミネッセンス素子では、外部に出射できる正面方向の光が強め合うように素子構成を決定するのが普通である。この場合、導波光は逆に弱め合うように干渉する。

#### 【0028】

しかし、本発明者らは、わざと正面方向の光は弱めあい、通常は導波光として素子内部に閉じ込められる広角度成分の光を強め合うように素子構成を決定し、立体角の関係上、大部分の光量が分布する広角度の光を増幅した上で、上記した偏光散乱性部位を空気層を介することなく一体形成すると、従来の方法に比べ、さらに発光効率を高められることがわかった。つまり、通常の素子ではかえって発光効率が低下するが、偏光散乱性部位と組み合わせると、発光光を効率よくしかも直線偏光リッチな偏光光として外部に取り出せ、最終的に液晶表示装置用の

バックライトなどに用いる場合、飛躍的に発光効率を向上できる。

#### 【0029】

また、有機エレクトロルミネッセンス素子の最大の欠点として、微量の湿気、酸素により素子が劣化し、発光効率の低下はもちろん、微小な欠陥を起点にダークスポットが発生するという問題がある。ダークスポットについては、たとえば J. McElvain らによる報告 (J. Appl. Phys. Vol. 80, No. 10, p. 6002, 1996) などに詳細に記載されている。この問題を防止するため、通常は素子を完全に封止しているが、それでもダークスポットの発生を完全に防止することは容易ではない。このダークスポットは、面光源や表示装置としての外観、視認性を著しく低下させる。

しかしながら、偏光散乱性部位を形成すると、多少のダークスポットが発生しても、最終的に観測者側に出射する光は、偏光散乱性部位内にて幾度も散乱されて外部に出射するため、ダークスポットの発生による視認性の低下がほとんど気にならなくなるという、非常にすぐれた効果が奏される。

#### 【0030】

本発明は、以上の知見にもとづいて、完成されたものである。

すなわち、本発明は、発光層を含む少なくとも 1 層の有機層とこれを挟持する反射性電極と透明電極とからなる一対の電極が、光取り出し面から観測者側に放射される発光光の正面輝度値と 50 度～70 度方向の輝度値が、式 (1) ; 正面輝度値 < 50 度～70 度方向の輝度値、の関係を満たすように形成されてなる有機エレクトロルミネッセンス素子において、発光光が発光層から透明電極を介して観測者側に出射するまでの間に、透光性樹脂中に複屈折特性の相違する微小領域を分散分布させた偏光散乱性部位が、実質的に空気層を介することなく形成されていることを特徴とする有機エレクトロルミネッセンス素子 (以下、単に有機 EL 素子という) に係るものである。

また、本発明は、上記有機 EL 素子のとくに好ましい態様として、正孔と電子の再結合発光領域の中心部と反射性電極との距離を  $d$  (nm)、発光層に用いている材料の蛍光発光スペクトルのピーク波長を  $\lambda$  (nm)、発光層と反射性電極との間の有機層の屈折率を  $n$  としたときに、式 (2) ;  $(0.3/n) \lambda < d <$

( $0.5/n$ )  $\lambda$ 、の関係を満たす有機EL素子に係るものである。

#### 【0031】

また、本発明は、偏光散乱性部位における微小領域が、液晶性材料、液晶相を過冷却固定したガラス状態材料または重合性液晶の液晶相をエネルギー線により架橋固定した材料から構成されている上記構成の有機EL素子、偏光散乱性部位が、透光性樹脂中にこの樹脂のガラス転移温度よりも低温でネマチック液晶相を呈するガラス転移温度が50℃以上の液晶ポリマーからなる微小領域を分散含有させたものである上記構成の有機EL素子、偏光散乱性部位が、微小領域とそれ以外の部分との間で、微小領域の各光軸方向における屈折率差 $\Delta n_1$ 、 $\Delta n_2$ 、 $\Delta n_3$ が最大値を示す軸方向( $\Delta n_1$  方向)において0.03~0.5( $\Delta n_1$ )であり、この軸方向と直交する2軸方向( $\Delta n_2$  方向、 $\Delta n_3$  方向)において0.03以下である上記構成の有機EL素子に係るものである。

さらに、本発明は、上記各構成の有機EL素子を具備することを特徴とする偏光面光源に係るものであり、また上記各構成の有機EL素子を具備することを特徴とする表示装置に係るものである。

#### 【0032】

##### 【発明の実施の形態】

以下、本発明の実施の形態について、図面を参考にして、説明する。

図1は、本発明の2層型の有機EL素子の一例を示したものである。この素子は、基本構成として、支持基板1上に透明電極2、正孔輸送層4、電子輸送性発光層5および反射性電極3が順次積層された構成を有している。

つまり、上記の正孔輸送層4および電子輸送性発光層5からなる有機層が透明電極2と反射性電極3とからなる一对の電極間に挟持された構成を有しており、動作時に電極間に電圧を印加すると、正孔輸送層4と電子輸送性発光層5の界面層から約10nm程度電子輸送性発光層側の領域で正孔と電子の再結合が生じ、図示される発光領域6で集中してEL発光が生じる。

なお、この2層型とは異なる、たとえば正孔輸送層／発光層／電子輸送層の3層型の有機EL素子では、電極間に電圧を印加すると、陽極からは正孔が、陰極からは電子が注入され、これらがそれぞれのキャリア輸送層を移動し発光層にて

再結合して励起子が発生し、上記同様に EL 発光が生じる。

### 【0033】

また、本発明では、上記の基本構成として、とくに、正面方向の発光光は弱め合うが、素子内部に閉じ込められる導波光は強め合うような構成とされている。このことを、図 2 の特性図を用いて、説明する。

図 2 は、上記の基本構成のみからなる（すなわち、後述する偏光散乱性部位を設ける前の）有機 EL 素子の輝度の角度分布を、正面 0 度から 80 度まで、10 度おきに測定した特性図を示したものである。図中、曲線 a は本発明のもの、曲線 b は従来のものである。

ただし、基本構成中、透明電極 2 の厚さは 100 nm、正孔輸送層 4 の厚さは 50 nm であり、電子輸送性発光層 5 の厚さは、140 nm（本発明のもの）および 60 nm（従来のもの）となっている。また、素子に流す電流は上記本発明のものと従来のもので同じとなるように電圧を印加して測定してある。

### 【0034】

この図 2 から、従来のは、正面輝度値、つまり正面 0 度方向の輝度値が高く、しかも比較的広い角度範囲にわたって輝度値がおよそ一定であり、完全拡散型の好ましい輝度分布を示している。これに対し、本発明のものは、正面輝度値が低く、かつ広角度になるほど輝度が高くなる特性を示している。つまり、本発明のものは、輝度の角度依存性において、式 (1)；正面輝度値 < 50 度 ~ 70 度方向の輝度値、の関係を満たすように構成されている。

なお、この関係は、上記の例では、電子輸送性発光層 5 の厚さの違いにより、達成しているが、発光層 5 を含む有機層と一対の電極との材料や厚さなどを適宜選択することにより、任意に達成できるものである。

### 【0035】

また、本発明のさらに好ましい態様として、正孔と電子の再結合発光領域 6 の中心部と反射性電極 3 との距離を  $d$ 、発光層（この場合は電子輸送性発光層 5）に用いている材料の蛍光発光スペクトルのピーク波長を  $\lambda$ 、発光層と反射性電極 3 の間の有機層（この場合は電子輸送性発光層 5）の屈折率を  $n$  としたときに、式 (2)； $(0.3/n)\lambda < d < (0.5/n)\lambda$ 、の関係を満たすように、

構成されているのがとくに望ましい。

たとえば、上記の例で、電子輸送性発光層 5 の蛍光発光のピーク波長が 540 nm の緑色光であり、その屈折率が 1.65 であれば、上記距離  $d$  は 98.2 ~ 163.6 nm の範囲となるようにされているのが、望ましい。

#### 【0036】

本発明では、このように式 (1) を満たし、また好ましくは式 (2) を満たす基本構成としたうえで、さらに発光光が電子輸送性発光層 5 から透明電極 2 を介して観測者側に出射するまでの間、ここでは、支持基板 1 の光取り出し面側に、光の反射・屈折角に乱れを生じさせる領域として、とくに透光性樹脂中に複屈折特性の相違する微小領域を分散分布させた偏光散乱性部位 7 が、実質的に空気層を介することなく形成されていることを特徴とする。

#### 【0037】

この構成により、本来、導波光として閉じ込められる光は、偏光散乱性部位 7 に入射するとその伝送角が変化し、この伝送角が全反射角よりも小さい角度に変化した光は素子外部に出射し、そうでない光も素子内を繰り返し反射し散乱する間に素子外部に出射して、目的とする高い発光効率を得られる。とくに偏光散乱性部位 7 によると、既述のとおり、発光光を直線偏光成分がリッチな偏光光として出射でき、また偏光散乱性部位 7 の設置角度によって直線偏光の振動方向を任意に変えることができるので、液晶表示装置用のバックライトに用いる場合に、消費電力を著しく低減できるなど、すぐれた効果が奏される。

#### 【0038】

図 1 において、偏光散乱性部位 7 は、直接、支持基板 1 に形成されているが、透明な粘着剤や接着剤を介して、貼り合わせてもよい。その際、有機 EL 素子の発光光を極力全反射により失わないように、各層の屈折率を考慮して、これらの粘着剤や接着剤の屈折率を調整することが好ましい。たとえば、粘着剤の屈折率は支持基板 1 の屈折率より高くかつ偏光散乱性部位 7 の透光性樹脂の屈折率より小さくしておくのが好ましい。そうすることにより、支持基板 1 / 粘着剤の界面および粘着剤 / 偏光散乱性部位 7 の界面で全反射は起こらず、効率よく偏光散乱性部位 7 に発光光を入射させることができる。

## 【0039】

ただし、上記した粘着剤や接着剤の屈折率は、必ずしも上記関係を満足していなくてもよい。その屈折率差が0.1程度かそれ以下であれば、本発明の前記の効果を著しく低下させる心配はないものである。

なお、上記の偏光散乱性部位7は、図1とは異なり、支持基板1と透明電極2との間に形成してもよい。偏光散乱性部位7上に支持基板1（ガラス基板）があっても、本発明の前記効果は同様に奏されるものである。

## 【0040】

偏光散乱性部位7の形状は、少なくとも2面の対向するフラットな面を有していればとくに制限はないが、面光源としての利用や、全反射の効率からフィルム状やシート状、プレート状の形状であることが望ましい。中でも、取り扱い性の容易性などより、フィルム形状であることが望ましい。厚みとしては10mm以下、とくに0.1～5mm、中でも0.4～2mmが好ましい。

## 【0041】

対向する2面の平滑性は、全反射による発光光の閉じこめ効率の観点より、鏡面に近いほどよい。偏光散乱性部位7の対向する2面が平滑性に乏しい場合は、別途、平滑性にすぐれた透光性のフィルムやシートを透明な接着剤や粘着剤で貼り合わせ、全反射界面を貼り合わせた透光性のフィルムやシートの平滑な表面とすることでも同様の効果が得られる。

## 【0042】

偏光散乱性部位7の形成は、たとえば、ポリマー類や液晶類などの透明性にすぐれる適宜の材料の1種または2種以上を、延伸処理などによる適宜な配向処理で複屈折性が相違する領域を形成する組み合わせで用いて配向フィルムを得る方式などの適宜の方式にて行うことができる。

ちなみに、上記の組み合わせ例としては、ポリマー類と液晶類の組み合わせ、等方性ポリマーと異方性ポリマーの組み合わせ、異方性ポリマー同士の組み合わせなどが挙げられる。微小領域の分散分布性などの点より、相分離する組み合わせが好ましく、組み合わせる材料の相溶性により、分散分布性を制御することができる。相分離は、たとえば、非相溶性の材料を溶媒にて溶液化する方式や、非相溶性の材



料を加熱熔融下に混合する方式などの適宜の方式で行うことができる。

#### 【0043】

上記組み合わせで延伸方式により配向処理する場合、ポリマー類と液晶類の組み合わせおよび等方性ポリマーと異方性ポリマーの組み合わせでは任意の延伸温度や延伸倍率にて、異方性ポリマー同士の組み合わせでは延伸条件を適宜に制御することにて、目的の偏光散乱性部位を形成することができる。

なお、異方性ポリマーでは延伸方向の屈折率変化の特性に基づいて正負に分類されるが、本発明では正負いずれの異方性ポリマーも用いることができ、正同士や負同士、または正負の組み合わせのいずれにても用いる。

#### 【0044】

上記のポリマー類の例としては、ポリエチレンテレフタレート、ポリエチレンナフタレートなどのエステル系ポリマー、ポリスチレン、アクリロニトリル・スチレン共重合体などのスチレン系ポリマー、ポリエチレン、ポリプロピレン、シクロ系ないしノルボルネン構造を有するポリオレフィン、エチレン・プロピレン共重合体などのオレフィン系ポリマー、ポリメチルメタクリレートなどのアクリル系ポリマー、二酢酸セルロース、三酢酸セルロースなどのセルロース系ポリマー、ナイロン、芳香族ポリアミドなどのアミド系ポリマーが挙げられる。

#### 【0045】

また、カーボネート系ポリマー、塩化ビニル系ポリマー、イミド系ポリマー、スルホン系ポリマー、ポリエーテルスルホン、ポリエーテルエーテルケトン、ポリフェニレンスルフィド、ビニルアルコール系ポリマー、塩化ビニリデン系ポリマー、ビニルブチラール系ポリマー、アリレート系ポリマー、ポリオキシメチレン、シリコン系ポリマー、ウレタン系ポリマー、エーテル系ポリマー、酢酸ビニル系ポリマー、上記ポリマーのブレンド物、あるいは、フェノール系、メラミン系、アクリル系、ウレタン系、ウレタンアクリル系、エポキシ系、シリコン系などの熱硬化型ないし紫外線硬化型のポリマー類なども、前記したポリマー類の例として挙げられる。

#### 【0046】

液晶類の例としては、シアノビフェニル系、シアノフェニルシクロヘキサン系

、シアノフェニルエステル系、安息香酸フェニルエステル系、フェニルピリミジン系、それらの混合物などの室温または高温でネマチック相やスメクチック相を呈する低分子液晶や架橋性液晶モノマー、あるいは室温または高温でネマチック相やスメクチック相を呈する液晶ポリマーなどが挙げられる。

上記の架橋性液晶モノマーは、通常は、配向処理したのち、熱や光などによる適宜の方式で架橋処理されてポリマーとされる。

#### 【0047】

耐熱性や耐久性などにすぐれる偏光散乱性部位 7 を得るには、ガラス転移温度が 50℃以上、とくに 80℃以上、中でも 120℃以上のポリマー類と、架橋性液晶モノマーないし液晶ポリマーとの組み合わせで用いるのが好ましい。

上記の液晶ポリマーとしては、主鎖型や側鎖型などの適宜のものを用いることができ、その種類についてとくに限定はない。粒径分布の均一性にすぐれる微小領域の形成性や熱的安定性、フィルムへの成形性や配向処理の容易性などの点より、とくに好ましく使用できる液晶ポリマーは、重合度が 8 以上、とくに 10 以上、中でも 15～5,000 のものが挙げられる。

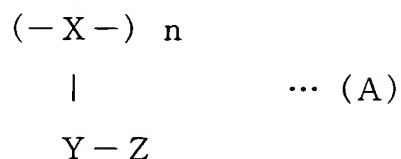
#### 【0048】

このような液晶ポリマーを用いて偏光散乱性部位を形成するには、たとえば、ポリマー類の 1 種または 2 種以上と、微小領域を形成するための液晶ポリマーの 1 種または 2 種以上を混合し、液晶ポリマーを微小領域の状態分散含有するポリマーフィルムを形成して適宜な方式で配向処理し、複屈折性が相違する領域を形成する方法などにて行うことができる。

#### 【0049】

配向処理による屈折率差  $\Delta n_1$  ,  $\Delta n_2$  の制御性などの点からは、ガラス転移温度が 50℃以上で、併用するポリマー類のガラス転移温度よりも低い温度域でネマチック液晶相を呈するものが、好ましく用いられる。

具体的には、つぎの一般式 (A) ;



で表されるモノマー単位を有する側鎖型の液晶ポリマーが挙げられる。

このような側鎖型の液晶ポリマーは、一般式 (A) で表されるモノマー単位を有するホモポリマーやコポリマーなどの適宜の熱可塑性ポリマーであればよく、モノドメイン配向性にすぐれるものが好ましい。

#### 【0050】

一般式 (A) において、X は、液晶ポリマーの主鎖を形成する骨格基であり、線状、分岐状、環状などの適宜の連結鎖で構成されたものであってよい。具体的には、ポリアクリレート類、ポリメタクリレート類、ポリ- $\alpha$ -ハロアクリレート類、ポリ- $\alpha$ -シアノアクリレート類、ポリアクリルアミド類、ポリアクリロニトリル類、ポリメタクリロニトリル類、ポリアミド類、ポリエステル類、ポリウレタン類、ポリエーテル類、ポリイミド類、ポリシロキサン類などである。

また、Y は、主鎖より分岐するスペーサ基であり、屈折率制御などの偏光散乱性部位の形成性などの点より、エチレン、プロピレン、プチレン、ペンチレン、ヘキシレン、オクチレン、デシレン、ウンデシレン、ドデシレン、オクタデシレン、エトキシエチレン、メトキシブチレンなどであるのがよい。さらに、Z は、液晶配向性を付与するメソゲン基である。

#### 【0051】

上記したネマチック配向性の液晶ポリマーを用いた偏光散乱性部位の形成は、たとえば、ポリマーフィルムを形成するためのポリマー類と、そのポリマー類のガラス転移温度よりも低い温度域でネマチック液晶相を呈するガラス転移温度が 50℃以上、とくに 60℃以上、中でも 70℃以上の液晶ポリマーを混合して、液晶ポリマーを微小領域の状態で分散含有するポリマーフィルムを形成したのち、その微小領域を形成する液晶ポリマーを加熱処理してネマチック液晶相に配向させ、その配向状態を冷却固定する方法などにて行うことができる。

#### 【0052】

このような微小領域を分散含有するポリマーフィルム、すなわち、配向処理対象のフィルムの形成は、たとえばキャストイング法、押出成形法、射出成形法、ロール成形法、流延成形法などの適宜の方式にて作製することができる。モノマー状態で展開しそれを加熱処理や紫外線などの放射線処理などにより重合して、

フィルム状に製膜する方式などにて行うことができる。

#### 【0053】

微小領域の均等分布性にすぐれる偏光散乱性部位7を得る点などよりは、溶媒を介した形成材の混合液をキャスト法や流延成形法などにて製膜する方式を採用するのが好ましい。この場合、溶媒の種類や混合液の粘度、混合液展開層の乾燥速度などにより、微小領域の大きさや分布性などを適当に制御することができる。ちなみに、微小領域の小面積化には、混合液の低粘度化や混合液展開層の乾燥速度の急速化などが有利である。

#### 【0054】

配向処理の対象となるフィルムの厚さとしては、適宜に決定しうるが、一般には配向処理性などの点より、 $1\mu\text{m}\sim 3\text{mm}$ 、とくに $5\mu\text{m}\sim 1\text{mm}$ 、中でも $10\sim 500\mu\text{m}$ とするのが望ましい。なお、フィルムの形成に際しては、たとえば、分散剤、界面活性剤、色調調節剤、難燃剤、離型剤、酸化防止剤などの適宜の添加剤を配合することができる。

#### 【0055】

配向処理は、上記したように、たとえば、1軸や2軸、逐次2軸やZ軸などによる延伸処理方式や圧延方式、ガラス転移温度または液晶転移温度以上の温度で電場または磁場を印加して急冷し配向を固定化する方式、製膜時に流動配向させる方式、等方性ポリマーの僅かな配向に基づいて液晶を自己配向させる方式などの、配向により屈折率を制御しうる各種方式の中から、その1種または2種以上を用いて行うことができる。したがって、得られる偏光散乱性部位7は、延伸フィルムであってもよいし、非延伸フィルムであってもよい。

なお、延伸フィルムとする場合には、脆性ポリマーも使用できるが、延び性にすぐれるポリマーがとくに好ましく用いる。

#### 【0056】

微小領域が液晶ポリマーからなる場合、ポリマーフィルム中に微小領域として分散分布する液晶ポリマーがネマチック相などの目的とする液晶相を呈する温度に加熱して熔融させ、それを配向規制力の作用下で配向させて急冷し、配向状態を固定化する方式などでも行える。微小領域の配向状態は、可及的にモノドメイ

ン状態にあることが光学特性のバラツキ防止などの点より、好ましい。

なお、上記配向規制力は、ポリマーフィルムを適宜の倍率で延伸処理する方式による延伸力やフィルム形成時のシェアリング力、電界や磁界などの、液晶ポリマーを配向しうる適宜の規制力を適用でき、その1種または2種以上の規制力を作用させて液晶ポリマーの配向処理を行うことができる。

#### 【0057】

したがって、偏光散乱性部位における微小領域以外の部分は、複屈折性を示すものであってもよいし、等方性のものであってもよい。

偏光散乱性部位の全体が複屈折性を示すものは、フィルム形成用のポリマー類に配向複屈折性のものを用いて上記した製膜過程における分子配向などにより得ることができ、必要に応じて、たとえば延伸処理などの公知の配向手段を加えて複屈折性を付与ないし制御することができる。

微小領域以外の部分が等方性である偏光散乱性部位は、フィルム形成用のポリマー類に等方性のものを用い、そのフィルムを上記ポリマー類のガラス転移温度以下の温度領域で延伸処理する方式などで、得ることができる。

#### 【0058】

本発明において、上記微小領域とそれ以外の部分、つまり透光性樹脂からなる部分との間で、微小領域の各光軸方向における屈折率差 $\Delta n_1$ 、 $\Delta n_2$ 、 $\Delta n_3$ が最大値を示す軸方向（ $\Delta n_1$  方向）において0.03～0.5（ $\Delta n_1$ ）であり、かつその $\Delta n_1$  方向と直交する2軸方向（ $\Delta n_2$  方向、 $\Delta n_3$  方向）において0.03以下（ $\Delta n_2$ 、 $\Delta n_3$ ）となるように制御したものであるのが好ましく、 $\Delta n_2$  と  $\Delta n_3$  の等しいものがより好ましい。

このような屈折率差とすることにより、 $\Delta n_1$  方向の直線偏光が強く散乱され臨界角よりも小さい角度で散乱されて偏光散乱性部位より出射する光量を増やすことができ、それ以外の方向の直線偏光は散乱されにくくて全反射を繰り返し、偏光散乱性部位内に閉じ込めることができる。

#### 【0059】

なお、微小領域の各光軸方向と微小領域以外の部分との屈折率差は、透光性樹脂が光学的等方性のものである場合は、微小領域の各光軸方向の屈折率と透光性

樹脂の平均屈折率との差を意味する。また、光学的異方性のものである場合は、透光性樹脂の主光軸方向と微小領域の主光軸方向とが通常は一致しているため、それぞれの軸方向における各屈折率の差を意味する。

#### 【0060】

本発明においては、前記した全反射の点より、 $\Delta n_1$  方向における屈折率差  $\Delta n_1$  は適度に大きいことが好ましく、とくに 0.035~0.5、中でも 0.040~0.45 であるのが好ましい。また、 $\Delta n_2$  方向と  $\Delta n_3$  方向における屈折率差  $\Delta n_2$ 、 $\Delta n_3$  は、小さければ小さいほどよく、可及的にゼロであることが望ましい。このような屈折率差としては、使用材料の屈折率や上記した配向操作などにより、制御することができる。

#### 【0061】

また、前記の  $\Delta n_1$  方向としては、偏光散乱性部位より出射される直線偏光の振動面であることより、この  $\Delta n_1$  方向は偏光散乱性部位の対向する 2 面に平行であることが好ましい。なお、面内での上記  $\Delta n_1$  方向は、目的とする液晶セルなどに応じた適宜の方向とすることができる。

#### 【0062】

偏光散乱性部位における微小領域は、前記した散乱効果などの均質性などの点より、可及的に均等に分散分布していることが好ましい。微小領域の大きさ、とくに散乱方向である  $\Delta n_1$  方向の長さとしては、後方散乱（反射）や波長依存性に関係する。光利用効率の向上や波長依存性による着色の防止、微小領域の視覚による視認阻害の防止ないし鮮明な表示の阻害防止、さらには製膜性やフィルム強度などの点より、微小領域の好ましい大きさ、とくに、 $\Delta n_1$  方向の好ましい長さは、0.05~500  $\mu\text{m}$ 、とくに 0.1~250  $\mu\text{m}$ 、中でも 1~100  $\mu\text{m}$  である。なお、微小領域は、通例ドメインの状態では偏光散乱性部位内に存在するが、その  $\Delta n_2$  などの長さについてはとくに限定はない。

#### 【0063】

偏光散乱性部位 7 中に占める微小領域の割合としては、 $\Delta n_1$  方向の散乱性などの点より、適宜に決定することができるが、一般には、フィルム強度なども踏まえて、0.1~70 重量%とするのが望ましく、とくに 0.5~50 重量%、

中でも 1～30 重量%とするのが望ましい。

#### 【0064】

本発明において、偏光散乱性部位 7 は、単層により形成することもできるし、2 層以上重畳したものとして形成することもできる。重畳化により、厚さ増加以上の相乗的な散乱効果を発揮させることができる。重畳体は、散乱効果の拡大などの点よりは、 $\Delta n_1$  方向が上下の層で平行関係となるように重畳したものが、好ましい。重畳数は 2 層以上の適宜の数とすることができる。

#### 【0065】

重畳する偏光散乱性部位は、 $\Delta n_1$  または  $\Delta n_2$  などが同じものであってもよいし、異なるものであってもよい。

なお、 $\Delta n_1$  方向などにおける上下の層での平行関係は、可及的に平行であることが好ましいが、作業誤差によるズレなどは許容される。また、 $\Delta n_1$  方向にバラツキがある場合には、その平均方向に基づくものである。

#### 【0066】

偏光散乱性部位 7 は、この部位を光が伝送する過程で適当に偏光状態が解消される必要があるため、面光源の全体または部分的に位相差を有することが好ましい。基本的には、偏光散乱性部位の遅相軸と、散乱されにくい直線偏光の偏光軸（振動面）とは直交関係にあるため、位相差による偏光変換は起きにくい、僅かな散乱で見かけの角度が変化し、偏光変換が生じるものと考えられる。

#### 【0067】

上記した偏光変換の点よりは、偏光散乱性部位の厚さにて変化するが、一般には 5 nm 以上の面内位相差があることが好ましい。なお、その位相差の付与は、複屈折性の微粒子を含有させる方式、表面に付着させる方式、透光性樹脂を複屈折性とする方式、それらを併用する方式、さらに複屈折性フィルムを一体化積層するなどの適宜の方式にて行うことができる。

#### 【0068】

本発明の有機 EL 素子において、前記の基本構成となる有機材料、電極材料、層構成や各層の膜厚に関してはとくに限定はなく、従来技術をそのまま適用することができる。有機層は低分子系材料を真空蒸着して形成してもよいし、高分子

系材料を塗布法などにより形成してもよく、とくに制限はない。

#### 【0069】

具体的な構成として、前記した2層型の有機EL素子である陽極／正孔輸送層／電子輸送性発光層／陰極や、3層型の有機EL素子である陽極／正孔輸送層／発光層／電子輸送層／陰極のほか、陽極／発光層／陰極などの種々の構成形態を選択することができ、とくに限定はない。

陽極界面に正孔注入層や陰極界面に電子注入層を設けたり、再結合効率を高めるための電子ブロック層、正孔ブロック層を挿入した構成としてもよい。基本的には、発光効率がより高くなる構成、材料、形成方法を選択すると、少ない消費電力で強度のEL発光が得られ、本発明の効果をより高められる。

#### 【0070】

電極材料も、適宜最適なものを選択できる。通常の有機EL素子において、陽極には酸化インジウム錫（ITO）、酸化錫などの透明導電膜が用いられ、陰極にはMgとAgをおよそ10：1の原子比で共蒸着したものや、Ca電極、Liを微量ドーピングしたAl電極などが陰極の低仕事関数化による電子注入効率向上の観点から応用されているが、とくに限定されるものではない。

#### 【0071】

本発明における支持基板としては、透明性の有無に関わらず、一般的なものが使用できる。ガラス基板を用い、発光を透明電極を介してガラス基板側に取り出す方法のほかに、不透明な金属板を支持基板に用い、透明電極の上に偏光散乱性部位を形成するようにしてもよい。

また、陽極を透明電極とする以外に、たとえば陰極として有機層界面から厚さ数nm～十数nmの透光性を維持できる薄さの金属電極を形成し、その後、ITOを形成するなどして、陰極を透明電極としてもよい。さらには、支持基板と透明電極の間に偏光散乱性部位を形成してもよい。本発明において、偏光散乱性部位上に支持基板があっても、本発明の効果は同様に奏される。

#### 【0072】

また、支持基板としては高分子フィルムも使用でき、具体的な材料には、ポリエチレンテレフタレート、トリアセチルセルロース、ポリエチレンナフタレート



、ポリエーテルスルホン、ポリカーボネート、ポリアクリレート、ポリエーテルエーテルケトン、ノルボルネン系樹脂などが挙げられる。

ただし、支持基板が偏光散乱性部位より出射面側に形成されている場合には、偏光散乱性部位により得られる直線偏光を維持するため、支持基板には複屈折を示す光学異方性のないものを選択する必要がある。

仮に複屈折があると、偏光散乱性部位から出射する直線偏光と、その光軸、位相差の関係によっては直線偏光が楕円偏光に変換され、液晶表示装置などに適用する場合、偏光板で吸収される成分が増加してしまう場合がある。したがって、ガラス板、エポキシ樹脂基板、三酢酸セルロースフィルム、ノルボルネン系樹脂フィルムやその他市販の光学異方性のない基板を用いる必要がある。

#### 【0073】

本発明の有機EL素子において、光の取り出し面には偏光維持性のレンズシートや光拡散板、波長カットフィルター、位相差フィルムなどを適宜使用できる。レンズシートは、出射光（直線偏光）をその偏光度を可及的に維持しつつ光路制御して視認に有利な正面方向への指向性を向上させ、散乱性の出射光の強度ピークを正面方向とすることなどを目的とする。

波長カットフィルターは、励起光源からの直接光をたとえば液晶表示素子などに進入することを防止する目的で用いられ、とくに励起光が紫外線である場合、紫外線による液晶や偏光板の劣化を防止する必要がある。また、不必要な波長の可視光線を排除する目的で用いることもできる。

また、本発明においては、上記の波長カットフィルターを設けずに、偏光散乱性部位やその他の構成部材に対し、必要により、たとえば紫外線吸収剤などを配合して波長カットの機能をもたせることもできる。

#### 【0074】

本発明においては、このような構成からなる有機EL素子を発光素子として具備することを特徴とする偏光面光源と、さらに上記有機EL素子を発光素子として具備することを特徴とする表示装置を、提供できる。これらにより、発光効率の高い偏光面光源および表示装置を提供できるものである。

#### 【0075】

**【実施例】**

つぎに、本発明を実施例により具体的に説明する。ただし、本発明は、以下の実施例のみに限定されるものではない。

**【0076】****実施例 1****<有機EL素子の基本構成の作製>**

ガラス基板の片面側に、ITOセラミックターゲット ( $\text{In}_2\text{O}_3 : \text{SnO}_2 = 90 \text{ 重量\%} : 10 \text{ 重量\%}$ ) から、DCスパッタリング法にて、厚さ  $100 \text{ nm}$  のITO膜を形成し、透明電極（陽極）を形成した。

その後、フォトリソストを用いて、ITOをエッチングすることにより、発光面積が  $15 \text{ mm} \times 15 \text{ mm}$  となるようにパターンを形成した。超音波洗浄を行ったのち、低圧紫外線ランプを用いてオゾン洗浄した。

**【0077】**

つぎに、ITO面上に、真空蒸着法により、有機層を順次形成した。まず、正孔注入層として、式(3)で表されるCuPcを、蒸着速度  $0.3 \text{ nm/s}$  で、 $15 \text{ nm}$  の厚さに形成した。つぎに、正孔輸送層として、式(4)で表される  $\alpha$ -NPDを、蒸着速度  $0.3 \text{ nm/s}$  で、 $40 \text{ nm}$  の厚さに形成した。最後に、電子輸送性発光層として、式(5)で表されるAlqを、蒸着速度  $0.3 \text{ nm/s}$  で、 $140 \text{ nm}$  の厚さに形成した。

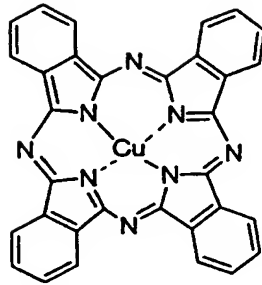
**【0078】**

その後、Mgを  $1 \text{ nm/s}$ 、Agを  $0.1 \text{ nm/s}$  の蒸着速度にて共蒸着し、厚さ  $100 \text{ nm}$  のMgAgを形成後、MgAgの酸化防止の観点から、さらに、その上にAgを  $50 \text{ nm}$  形成して、反射性電極（陰極）とした。

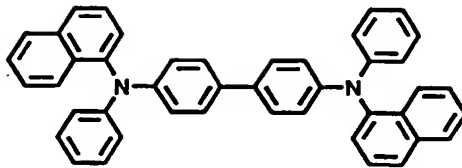
真空蒸着装置から取り出したのち、陰極電極側に紫外線硬化性エポキシ樹脂を滴下し、その上にスライドガラスを被せ、十分にエポキシ樹脂が広がった時点で高圧紫外線ランプを用いてエポキシ樹脂を硬化させ、素子を封止した。

【0079】

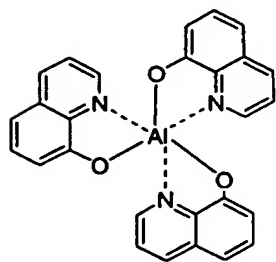
【化1】



---(3)



---(4)



---(5)

【0080】

このように作製した偏光散乱性部位を形成する前の有機EL素子について、15 Vの電圧を印加したところ、 $10.5 \text{ mA/cm}^2$  の電流密度で素子に電流が通

じ、発光が観測された。

図3に示すように、市販の輝度計（トプコン社製の品名「BM9」）を用い、 $\theta$ 方向の素子の輝度を、0度～80度方向まで、10度おきに測定した。

結果は、 $0^\circ$ ：126 cd/m<sup>2</sup>、 $10^\circ$ ：138 cd/m<sup>2</sup>、 $20^\circ$ ：154 cd/m<sup>2</sup>、 $30^\circ$ ：181 cd/m<sup>2</sup>、 $40^\circ$ ：225 cd/m<sup>2</sup>、 $50^\circ$ ：272 cd/m<sup>2</sup>、 $60^\circ$ ：307 cd/m<sup>2</sup>、 $70^\circ$ ：386 cd/m<sup>2</sup>、 $80^\circ$ ：339 cd/m<sup>2</sup>となった。また、 $\phi$ 方向に測定方向を変えて、輝度の角度依存性を測定したところ、ほぼ全方向で輝度値は同じであった。よって、 $\phi$ 方向に関しては、発光は均一に分布しているものと仮定した。

#### 【0081】

この結果から、上記の有機EL素子は、本発明の式（1）の関係を十分に満たすものであった。また、この素子において、正孔と電子の再結合は、ほぼ $\alpha$ -NPDとAlqの界面で起こる。よって、本発明にいう正孔と電子の再結合発光領域の中心部と反射性電極との距離dはおよそ140nmであった。

また、励起光源に発光波長が365nmのブラックライトを用い、ガラス基板上に蒸着したAlq薄膜に照射した際の蛍光スペクトルのピーク波長 $\lambda$ はおよそ530nmであった。また、分光エリプソメータを用いて測定したAlq薄膜の屈折率nはおよそ1.67であった。よって、上記の有機EL素子は、本発明の式（2）の関係も満足するものであった。

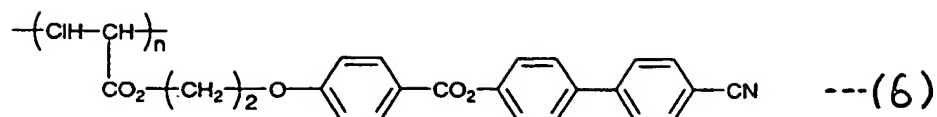
#### 【0082】

##### <偏光散乱性部位の形成>

ノルボルネン系樹脂（JSR社製のアトーン、ガラス転移温度182℃）950部（重量部、以下、同じ）と、つぎの式（6）で表される液晶ポリマー（ガラス転移温度80℃、ネマチック液晶化温度100～290℃）50部とを溶解させた20重量%ジクロロメタン溶液を用いて、キャスト法により、厚さが100 $\mu$ mのフィルムを形成し、これを180℃で3倍に延伸処理したのち、急冷して、偏光散乱性部位としてのフィルムとした。

#### 【0083】

## 【化2】



## 【0084】

上記の偏光散乱性部位は、ノルボルネン系樹脂からなる透明フィルム中に液晶ポリマーが延伸方向に長軸な状態ではほぼ同じ形状のドメイン状に分散したものであり、屈折率差 $\Delta n_1$ が0.23で、 $\Delta n_2$ 、 $\Delta n_3$ が0.029であった。また、前記の微小領域の平均径を偏光顕微鏡観察による位相差に基づく着色により測定したところ、 $\Delta n_1$ 方向の長さが約5 $\mu\text{m}$ であった。

## 【0085】

つぎに、前記のように作製した有機EL素子のガラス基板上に、上記の偏光散乱性部位としてのフィルムを、アクリル系粘着剤を介して貼り合わせた。

その後、この有機EL素子に、前記と同様に、15Vの印加電圧を印加して、10.5mA/cm<sup>2</sup>の電流密度で素子に電流を流した際の正面輝度を測定した。また、上記の偏光散乱性部位の延伸方向と、偏光板（日東電工社製の「NPF-SEG1425DU」）の透過軸が平行となるように、偏光板を偏光散乱性部位上に設置したのち、上記と同様にして、正面輝度を測定した。

## 【0086】

## 実施例2

電子輸送性発光層として、式(5)で表されるAlqを120nmの厚さに形成した以外は、実施例1と同様にして、基本構成としての有機EL素子を作製した。この素子に13.1Vの電圧を印加し、同様に10.5mA/cm<sup>2</sup>の電流密度で素子に電流を流して発光させ、実施例1と同様に評価した。

結果は、0°:166cd/m<sup>2</sup>、10°:171cd/m<sup>2</sup>、20°:176cd/m<sup>2</sup>、30°:205cd/m<sup>2</sup>、40°:245cd/m<sup>2</sup>、50°:264cd/m<sup>2</sup>、60°:313cd/m<sup>2</sup>、70°:362cd/m<sup>2</sup>、80°:342cd/m<sup>2</sup>となった。

これより、 $\theta$  方向の輝度分布は、本発明の式 (1) の関係を満足し、Alq 層 120 nm という値も、本発明の式 (2) の関係を満足するものであった。

#### 【0087】

つぎに、上記のように作製した有機 EL 素子のガラス基板上に、実施例 1 で形成した偏光散乱性部位としてのフィルムを、アクリル系粘着剤を介して貼り合わせた。この有機 EL 素子に、前記と同様に、13.1 V の印加電圧を印加して、 $10.5 \text{ mA/cm}^2$  の電流密度で素子に電流を流した際の正面輝度を測定した。また、上記の偏光散乱性部位の延伸方向と、偏光板（日東電工社製の「NPF-SEG1425DU」）の透過軸が平行となるように、偏光板を偏光散乱性部位上に設置したのち、上記と同様にして、正面輝度を測定した。

#### 【0088】

##### 比較例 1

電子輸送性発光層として、式 (5) で表される Alq を 65 nm の厚さに形成した以外は、実施例 1 と同様にして、基本構成としての有機 EL 素子を作製した。この素子に 8.8 V の電圧を印加し、同様に  $10.5 \text{ mA/cm}^2$  の電流密度で素子に電流を流して発光させ、実施例 1 と同様に評価した。

結果は、 $0^\circ : 314 \text{ cd/m}^2$ 、 $10^\circ : 315 \text{ cd/m}^2$ 、 $20^\circ : 312 \text{ cd/m}^2$ 、 $30^\circ : 309 \text{ cd/m}^2$ 、 $40^\circ : 298 \text{ cd/m}^2$ 、 $50^\circ : 285 \text{ cd/m}^2$ 、 $60^\circ : 274 \text{ cd/m}^2$ 、 $70^\circ : 257 \text{ cd/m}^2$ 、 $80^\circ : 229 \text{ cd/m}^2$  となった。

これより、 $\theta$  方向の輝度分布は、本発明の式 (1) の関係を満足せず、Alq 層 65 nm という値も、本発明の式 (2) の関係を満足しなかった。

#### 【0089】

つぎに、上記のように作製した有機 EL 素子のガラス基板上に、実施例 1 で形成した偏光散乱性部位としてのフィルムを、アクリル系粘着剤を介して貼り合わせた。この有機 EL 素子に、前記と同様に、8.8 V の印加電圧を印加して、 $10.5 \text{ mA/cm}^2$  の電流密度で素子に電流を流した際の正面輝度を測定した。また、上記の偏光散乱性部位の延伸方向と、偏光板（日東電工社製の「NPF-SEG1425DU」）の透過軸が平行となるように、偏光板を偏光散乱性部位上

に設置したのち、上記と同様にして、正面輝度を測定した。

#### 【0090】

##### 比較例 2

電子輸送性発光層として、式(5)で表される Alq を 25 nm の厚さに形成した以外は、実施例 1 と同様にして、基本構成としての有機 EL 素子を作製した。この素子に 6.1 V の電圧を印加し、同様に  $10.5 \text{ mA/cm}^2$  の電流密度で素子に電流を流して発光させ、実施例 1 と同様に評価した。

結果は、 $0^\circ : 123 \text{ cd/m}^2$ 、 $10^\circ : 123 \text{ cd/m}^2$ 、 $20^\circ : 118 \text{ cd/m}^2$ 、 $30^\circ : 114 \text{ cd/m}^2$ 、 $40^\circ : 107 \text{ cd/m}^2$ 、 $50^\circ : 106 \text{ cd/m}^2$ 、 $60^\circ : 102 \text{ cd/m}^2$ 、 $70^\circ : 95 \text{ cd/m}^2$ 、 $80^\circ : 82 \text{ cd/m}^2$  となった。

これより、 $\theta$  方向の輝度分布は、本発明の式(1)の関係を満足せず、Alq 層 25 nm という値も、本発明の式(2)の関係を満足しないものであった。

#### 【0091】

つぎに、上記のように作製した有機 EL 素子のガラス基板上に、実施例 1 で形成した偏光散乱性部位としてのフィルムを、アクリル系粘着剤を介して貼り合わせた。この有機 EL 素子に、前記と同様に、6.1 V の印加電圧を印加して、 $10.5 \text{ mA/cm}^2$  の電流密度で素子に電流を流した際の正面輝度を測定した。また、上記の偏光散乱性部位の延伸方向と、偏光板（日東電工社製の「NPF-SEG1425DU」）の透過軸が平行となるように、偏光板を偏光散乱性部位上に設置したのち、上記と同様にして、正面輝度を測定した。

#### 【0092】

##### 比較例 3

電子輸送性発光層として、式(5)で表される Alq を 180 nm の厚さに形成した以外は、実施例 1 と同様にして、基本構成としての有機 EL 素子を作製した。この素子に 17.3 V の電圧を印加し、同様に  $10.5 \text{ mA/cm}^2$  の電流密度で素子に電流を流して発光させ、実施例 1 と同様に評価した。

結果は、 $0^\circ : 154 \text{ cd/m}^2$ 、 $10^\circ : 148 \text{ cd/m}^2$ 、 $20^\circ : 134 \text{ cd/m}^2$ 、 $30^\circ : 116 \text{ cd/m}^2$ 、 $40^\circ : 101 \text{ cd/m}^2$ 、 $50^\circ$

:  $92 \text{ cd/m}^2$ 、 $60^\circ$ :  $95 \text{ cd/m}^2$ 、 $70^\circ$ :  $89 \text{ cd/m}^2$ 、 $80^\circ$ :  $80 \text{ cd/m}^2$  となった。

これより、 $\theta$  方向の輝度分布は、本発明の式 (1) の関係を満足せず、Alq 層  $180 \text{ nm}$  という値も、本発明の式 (2) の関係を満足しなかった。

#### 【0093】

つぎに、上記のように作製した有機 EL 素子のガラス基板上に、実施例 1 で形成した偏光散乱性部位としてのフィルムを、アクリル系粘着剤を介して貼り合わせた。この有機 EL 素子に、前記と同様に、 $17.3 \text{ V}$  の印加電圧を印加して、 $10.5 \text{ mA/cm}^2$  の電流密度で素子に電流を流した際の正面輝度を測定した。また、上記の偏光散乱性部位の延伸方向と、偏光板（日東電工社製の「NPF-SEG1425DU」）の透過軸が平行となるように、偏光板を偏光散乱性部位上に設置したのち、上記と同様にして、正面輝度を測定した。

#### 【0094】

##### 比較例 4

電子輸送性発光層として、式 (5) で表される Alq を  $220 \text{ nm}$  の厚さに形成した以外は、実施例 1 と同様にして、基本構成としての有機 EL 素子を作製した。この素子に  $21.2 \text{ V}$  の電圧を印加し、同様に  $10.5 \text{ mA/cm}^2$  の電流密度で素子に電流を流して発光させ、実施例 1 と同様に評価した。

結果は、 $0^\circ$ :  $363 \text{ cd/m}^2$ 、 $10^\circ$ :  $354 \text{ cd/m}^2$ 、 $20^\circ$ :  $358 \text{ cd/m}^2$ 、 $30^\circ$ :  $341 \text{ cd/m}^2$ 、 $40^\circ$ :  $311 \text{ cd/m}^2$ 、 $50^\circ$ :  $272 \text{ cd/m}^2$ 、 $60^\circ$ :  $225 \text{ cd/m}^2$ 、 $70^\circ$ :  $177 \text{ cd/m}^2$ 、 $80^\circ$ :  $160 \text{ cd/m}^2$  となった。

これより、 $\theta$  方向の輝度分布は、本発明の式 (1) の関係を満足せず、Alq 層  $220 \text{ nm}$  という値も、本発明の式 (2) の関係を満足しなかった。

#### 【0095】

つぎに、上記のように作製した有機 EL 素子のガラス基板上に、実施例 1 で形成した偏光散乱性部位としてのフィルムを、アクリル系粘着剤を介して貼り合わせた。この有機 EL 素子に、前記と同様に、 $21.2 \text{ V}$  の印加電圧を印加して、 $10.5 \text{ mA/cm}^2$  の電流密度で素子に電流を流した際の正面輝度を測定した。



また、上記の偏光散乱性部位の延伸方向と、偏光板（日東電工社製の「NPF-SEG1425DU」）の透過軸が平行となるように、偏光板を偏光散乱性部位上に設置したのち、上記と同様にして、正面輝度を測定した。

#### 【0096】

##### 比較例 5

実施例 1 で作製した有機 EL 素子のガラス基板の上に、実施例 1 で形成した偏光散乱性部位としてのフィルムに代え、下記の方法で作製した微小領域が複屈折特性を持たない通常の拡散フィルムを、アクリル系粘着剤を介して貼り合わせた。この有機 EL 素子に、前記と同様に、15 V の印加電圧を印加して、 $10.5 \text{ mA/cm}^2$  の電流密度で素子に電流を流した際の正面輝度を測定した。また、上記の通常の拡散フィルム上に偏光板（日東電工社製の「NPF-SEG1425DU」）を設置したのち、上記と同様にして、正面輝度を測定した。

#### 【0097】

##### <通常の拡散フィルムの作製>

トルエンを 10 g とり、これに、屈折率 1.43、粒子径  $4 \mu\text{m}$  のシリコン粒子を 1.5 g 加え、よく攪拌した。また、ポリメチルメタクリレート（PMMA）樹脂を、濃度が 20 重量% となるようにトルエンに加え溶解させた。その溶液を PMMA に対するシリコン濃度が 15 重量% になるように、シリコン粒子を分散させたトルエン溶液に加え、さらに PMMA のトルエンに対する濃度が 20 重量% になるように、濃度調整を行い、よく攪拌した。その後、ガラス基板の上に PMMA 層の厚みが約  $200 \mu\text{m}$  となるように、ガラス板上にアプリケーションを用いてコーティングし、乾燥後、剥がしとして拡散フィルムを得た。

#### 【0098】

##### 参考例 1

実施例 1 において、作製した基本構成としての有機 EL 素子のガラス基板の上に直接偏光板を設置して、正面輝度を測定した。

#### 【0099】

##### 参考例 2

比較例 1 において、作製した基本構成としての有機 EL 素子のガラス基板の上に

直接偏光板を設置して、正面輝度を測定した。

【 0 1 0 0 】

上記の実施例 1, 2、比較例 1～5 および参考例 1, 2 の結果を、表 1 にまとめて示した。また、表 1 には、参考例 2 の偏光板を設置したときの正面輝度を基準（1. 0 0）として、各例での輝度増加度を併記した。輝度増加度が 1. 0 0 より小さい値は、正面輝度が逆に低下していることを意味する。

【0101】

表1

	Alq層 の膜厚 (nm)	光拡散層 の種類	正面輝度 (cd/m <sup>2</sup> )			
			光拡散層	光拡散層	偏光板	輝度
			形成前	形成後	設置後	増加度
参考例1	140	なし	126	—	58	0.40
参考例2	65	なし	314	—	145	1.00
実施例1	140	偏光散乱 フィルム	126	358	261	1.80
実施例2	120	偏光散乱 フィルム	166	388	276	1.90
比較例1	65	偏光散乱 フィルム	314	340	197	1.36
比較例2	25	偏光散乱 フィルム	123	126	67	0.46
比較例3	180	偏光散乱 フィルム	154	222	131	0.90
比較例4	220	偏光散乱 フィルム	363	331	179	1.23
比較例5	140	拡散フイ ルム	126	422	194	1.34

## 【0102】

上記の結果から明らかなように、本発明の実施例 1、2 の有機 EL 素子は、偏光散乱フィルムを貼り合わせる前は、たとえば参考例 2 の有機 EL 素子に比べ、正面輝度が小さくなっているが、偏光散乱フィルムを貼り合わせたのちは、正面輝度が大きく増加しており、さらに偏光板を設置したのちの正面輝度をみると、直線偏光リッチな出射光が得られているため、偏光板での吸収が小さく、最終的な輝度の低下を最小限に抑えられていることがわかる。

## 【0103】

これに対し、比較例 5 の有機 EL 素子は、光拡散層形成後の正面輝度は、実施例 1 の有機 EL 素子よりも大きな値が得られているが、出射光は偏光していない自然光であるため、偏光板により半分以上の光が吸収され、最終的には実施例 1 の有機 EL 素子よりも正面輝度が低下している。また、比較例 1～4 の有機 EL 素子では、光拡散層形成後の輝度向上度が小さく、やはり最終的な輝度は実施例 1 の有機 EL 素子に比べて、低いものであった。

## 【0104】

## 【発明の効果】

以上のように、本発明の有機 EL 素子は、偏光散乱性部位を形成する前は発光効率が低いですが、本来素子内部に閉じ込められる導波光成分を増幅するように工夫しているため、反射・屈折角に乱れを生じさせるような散乱領域を形成して、導波光成分を外部に取り出すようにすると、最終的に出射光量を増加させることができ、しかもその光を直線偏光リッチな偏光光として取り出せるため、液晶表示装置に用いられる面光源として応用するにあたり、極めて高効率な有機 EL 素子が提供できる。したがって、消費電力を大幅に低下でき、素子に流す電流を少なくできるので、素子の長寿命化もはかることができる。

## 【図面の簡単な説明】

## 【図 1】

本発明の有機エレクトロルミネッセンス素子の一例を示す断面図である。

## 【図 2】

本発明および従来の有機エレクトロルミネッセンス素子の基本構成についての

(偏光散乱性部位を形成する前の) 特性図である。

【図 3】

実施例 1 の有機エレクトロルミネッセンス素子の特性の説明図である。

【図 4】

本発明の有機エレクトロルミネッセンス素子の原理説明図である。

【図 5】

有機エレクトロルミネッセンス素子の発光領域を示す説明図である。

【図 6】

有機エレクトロルミネッセンス素子の輝度についての説明図である。

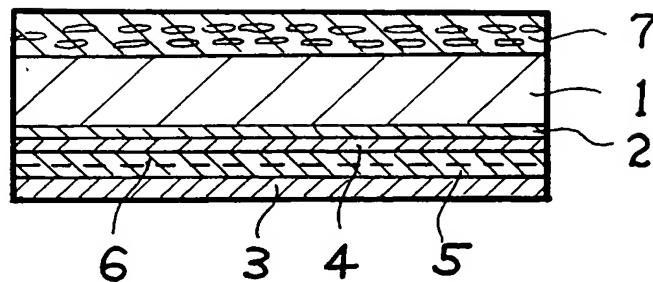
【符号の説明】

- 1 支持基板 (ガラス基板)
- 2 透明電極 (陽極)
- 3 反射性電極 (陰極)
- 4 正孔輸送層
- 5 電子輸送性発光層
- 6 発光領域
- 7 偏光散乱性部位

【書類名】

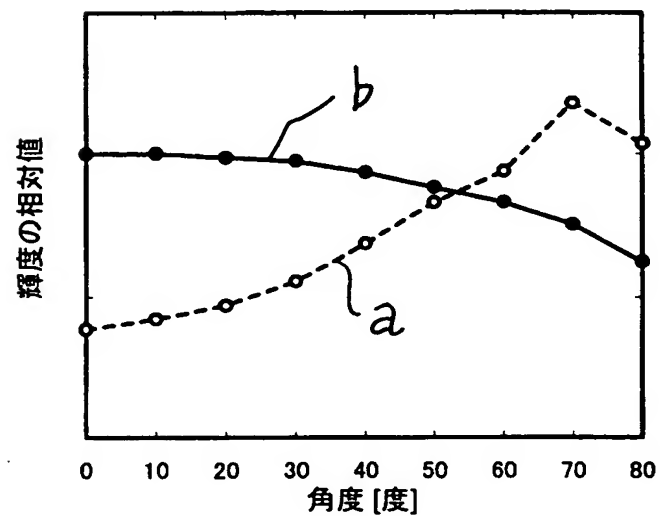
図面

【図 1】

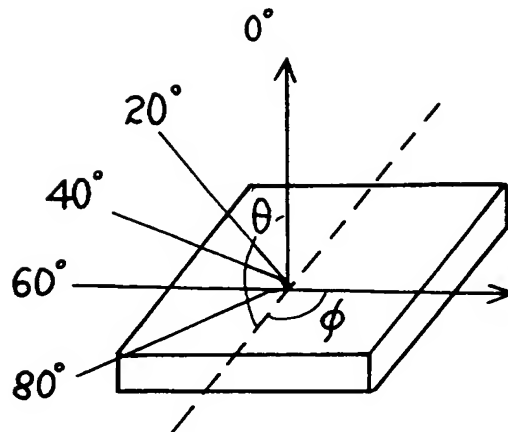


- |                  |               |
|------------------|---------------|
| 1 : 支持基板 (ガラス基板) | 2 : 透明電極 (陽極) |
| 3 : 反射性電極 (陰極)   | 4 : 正孔輸送層     |
| 5 : 電子輸送性発光層     | 6 : 発光領域      |
| 7 : 偏光散乱性部位      |               |

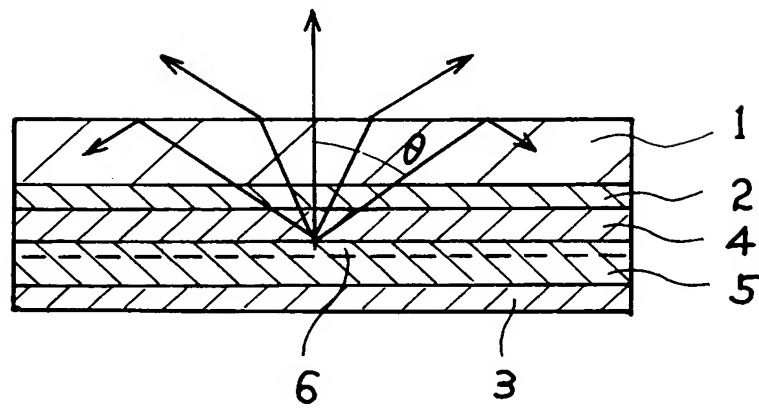
【図 2】



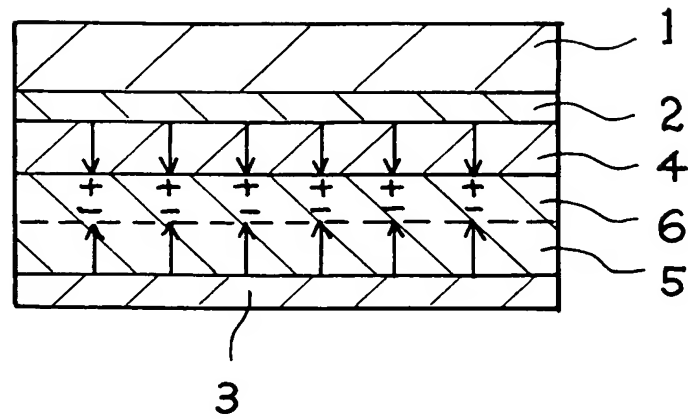
【図 3】



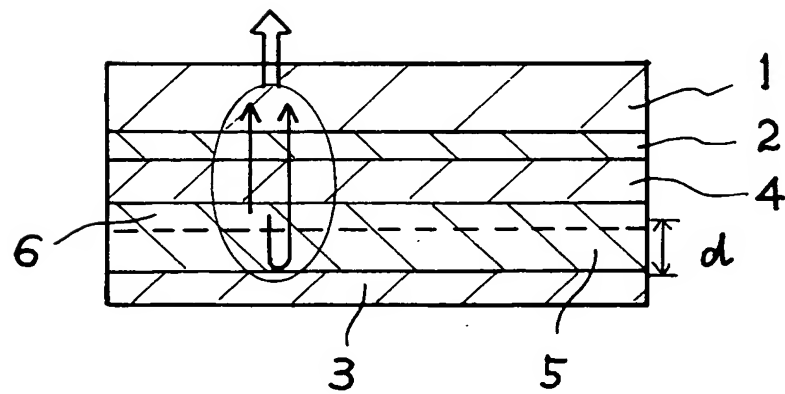
【図 4】



【図 5】



【図 6】





【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 素子内部に導波光として閉じ込められていた損失光を、効率良くしかも偏光光として取り出し、外部取り出し効率にすぐれた有機エレクトロルミネッセンス素子を提供することを目的とする。

【解決手段】 発光層（５）を含む少なくとも１層の有機層（４，５）とこれを挟持する反射性電極（３）と透明電極（２）とからなる一対の電極が、光取り出し面から観測者側に放射される発光光の正面輝度値と５０度～７０度方向の輝度値が、式（１）；正面輝度値＜５０度～７０度方向の輝度値、の関係を満たすように形成されてなる有機エレクトロルミネッセンス素子において、発光光が発光層から透明電極を介して観測者側に出射するまでの間に、透光性樹脂中に複屈折特性の相違する微小領域を分散分布させた偏光散乱性部位（７）が、実質的に空気層を介することなく形成されてなる有機エレクトロルミネッセンス素子。

【選択図】 図１

特願 2 0 0 3 - 0 0 0 0 8 0

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[ 0 0 0 0 0 3 9 6 4 ]

1. 変更年月日

1 9 9 0 年 8 月 3 1 日

[変更理由]

新規登録

住 所

大阪府茨木市下穂積 1 丁目 1 番 2 号

氏 名

日東電工株式会社

日本国特許庁  
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出願年月日 2003年 3月 7日  
Date of Application:

出願番号 特願2003-062554  
Application Number:  
[ST. 10/C]: [JP 2003-062554]

出願人 日東電工株式会社  
Applicant(s):

2003年11月13日

特許庁長官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

今井 康



出証番号 出証特2003-3093882

【書類名】 特許願

【整理番号】 PE2-DA0315

【提出日】 平成15年 3月 7日

【あて先】 特許庁長官 殿

【国際特許分類】 H05B 33/00

【発明者】

    【住所又は居所】 大阪府茨木市下穂積 1 丁目 1 番 2 号 日東電工株式会社  
                                内

    【氏名】 中村 年孝

【発明者】

    【住所又は居所】 大阪府茨木市下穂積 1 丁目 1 番 2 号 日東電工株式会社  
                                内

    【氏名】 中野 秀作

【特許出願人】

    【識別番号】 000003964

    【氏名又は名称】 日東電工株式会社

    【代表者】 竹本 正道

【代理人】

    【識別番号】 100079153

    【弁理士】

    【氏名又は名称】 祢▲ぎ▼元 邦夫

【手数料の表示】

    【予納台帳番号】 004628

    【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

    【物件名】 明細書 1

    【物件名】 図面 1

    【物件名】 要約書 1

    【包括委任状番号】 9102494

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 有機エレクトロルミネッセンス素子とそれを用いた偏光面光源  
および液晶表示装置

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 発光層を含む少なくとも 1 層の有機層とこれを挟持する反射性電極と透明電極とからなる一対の電極が、光取り出し面から観測者側に放射される発光光の正面輝度値と  $50^\circ \sim 70^\circ$  方向の輝度値が、式 (1) ; 正面輝度値  $< 50^\circ \sim 70^\circ$  方向の輝度値、の関係を満たすように形成された有機エレクトロルミネッセンス素子において、発光光が発光層から透明電極を介して観測者側に出射するまでの間に、光の反射・屈折角に乱れを生じさせる領域が、実質的に空気層を介することなく設けられ、かつこの領域より観測者側に反射型偏光子を設けられていることを特徴とする有機エレクトロルミネッセンス素子。

【請求項 2】 正孔と電子の再結合発光領域の中心部と反射性電極との距離を  $d$  (nm)、発光層に用いている材料の蛍光発光スペクトルのピーク波長を  $\lambda$  (nm)、発光層と反射性電極との間の有機層の屈折率を  $n$  とすると、式 (2) ;  $(0.3/n) \lambda < d < (0.5/n) \lambda$ 、の関係を満たす請求項 1 に記載の有機エレクトロルミネッセンス素子。

【請求項 3】 反射型偏光子は、コレステリック液晶層からなる反射型円偏光子である請求項 1 または 2 に記載の有機エレクトロルミネッセンス素子。

【請求項 4】 反射型偏光子は、屈折率の異なる少なくとも 2 種の材料を多層積層してなる反射型直線偏光子である請求項 1 または 2 に記載の有機エレクトロルミネッセンス素子。

【請求項 5】 請求項 1 ~ 4 のいずれかに記載の有機エレクトロルミネッセンス素子を具備することを特徴とする偏光面光源。

【請求項 6】 面内には屈折率異方性を持たず、その面内屈折率よりも厚さ方向の屈折率が大きい光学補償層が、反射型偏光子より観測者側に設けられている請求項 5 に記載の偏光面光源。

【請求項 7】 請求項 5 または 6 に記載の偏光面光源を具備することを特徴とする液晶表示装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

## 【発明の属する技術分野】

本発明は、発光効率とくに発光光の外部取り出し効率にすぐれ、しかも出射光を偏光光として取り出すことのできる有機エレクトロルミネッセンス素子と、この素子を用いた高効率な偏光面光源および液晶表示装置に関する。

## 【0002】

## 【従来の技術】

電極間に発光層を設け、電氣的に発光を得るエレクトロルミネッセンス素子や発光ダイオードは、ディスプレイ表示装置としての利用はもちろん、平面型照明、光ファイバー用光源、液晶表示装置用バックライトなどの各種光源としても、盛んに研究開発が進んでいる。とくに、有機エレクトロルミネッセンス素子は、発光効率、低電圧駆動、軽量、低コストという点ですぐれており、近年、注目を浴びている。これらの光源用途で最大の関心事は発光効率の向上であり、蛍光ランプに匹敵する発光効率を目標として、素子構成、材料、駆動方法、製造方法などの改良が種々検討されている。

## 【0003】

しかし、有機エレクトロルミネッセンス素子のように発光層自体から発光を取り出す固体内発光素子では、発光層の屈折率と出射媒質との屈折率により決まる臨界角以上の発光光は全反射し内部に閉じ込められ、導波光として失われる。古典論的な屈折の法則（スネルの法則）による計算では、発光層の屈折率を  $n$  とすると、発生した光が外部に取り出される光取り出し効率  $\eta$  は、 $\eta = 1 / (2 n^2)$  で近似される。仮に発光層の屈折率が 1.7 であると、 $\eta \approx 17\%$  程度となり、80% 以上の光は導波光として素子側面方向の損失光として失われる。

## 【0004】

また、有機エレクトロルミネッセンス素子では、電極から注入された電子・正孔の再結合により生成する励起子のうち、発光に寄与するのは 1 重項励起子のみであり、その生成確率は  $1/4$  である。すなわち、これだけを考慮しても、効率は 5% 以下と極めて低いものとなる。

近年、発光層自体の発光効率を上げる方法として、3重項励起子からの燐光からも発光が得られる発光材料の開発（特開2001-313178号公報）も進んでおり、量子効率を飛躍的に向上できる可能性も見い出されている。しかし、仮に量子効率を向上できても、取り出し効率はそれに乗ずる形で発光効率を低下させてしまう。言い換えると、取り出し効率を改善できれば、相乗効果として飛躍的に効率を向上できる余地が残されている。

#### 【0005】

このように、導波光を外部に取り出すには、発光層と出射面との間に反射・屈折角を乱れさせる領域を形成し、スネルの法則を崩して、本来導波光として全反射される光の伝送角を変化させてやるか、発光自体に集光性を持たせる必要がある。しかし、導波光をすべて外部に出射させる領域を形成するのは容易でなく、このため、できるだけ多くの導波光を取り出す提案がなされている。

#### 【0006】

たとえば、取り出し効率を改善する方法として、基板自体に集光性を持たせることで取り出し効率を向上させる方法（特開昭63-314795号公報）や、発光層をディスコチック液晶で形成し、発光層自体の正面指向性を向上させる方法（特開平10-321371号公報）、素子自体に立体構造や傾斜面、回折格子などを形成する方法（特開平11-214162号、特開平11-214163号、特開平11-283751号公報）が提案されている。

しかしながら、これらの提案では複雑な構成になってしまったり、発光層自体の発光効率が低くなるなどの問題がある。

#### 【0007】

また、比較的簡単な方法として、光拡散層を形成し、光の屈折角を変化させて全反射条件にある光を減らす方法も提案されている。

たとえば、内部と表面で屈折率の異なる屈折率分布構造を有する粒子を透明基材中に分散させた拡散板を使用する方法（特開平6-347617号公報）、透光性基体上に単粒子層を並べた拡散部材を使用する方法（特開2001-356207号公報）、発光層と同じ材質中に散乱粒子を分散させる方法（特開平6-151061号公報）などが、数多く提案されている。



これらの提案では、散乱粒子の特性、分散マトリックスとの屈折率差、粒子の分散形態、散乱層の形成場所などに特徴を見出したものである。

#### 【0008】

ところで、有機エレクトロルミネッセンス素子は、電界を印加することで、陽極より注入された正孔と陰極より注入された電子とが再結合して励起子となり、蛍光物質（または燐光物質）が発光する原理を利用したものである。よって、量子効率を上げるためには、この再結合が効率良く行われる必要がある。その方法として一般的に行われるのが、素子を積層構造とする方法である。積層構造の例としては、正孔輸送層／電子輸送性発光層の2層型、正孔輸送層／発光層／電子輸送層の3層型などが挙げられる。また、効率を上げるために、ダブルヘテロ構造とするような積層型素子も多数提案されている。

#### 【0009】

このような積層構造の場合、再結合はある領域で、ほぼ集中して起こる。

たとえば、前記2層型の有機エレクトロルミネッセンス素子であれば、図9に示すように、支持基板1上で反射性電極3と透明電極2とからなる一対の電極間に挟持された正孔輸送層4と電子輸送性発光層5の界面層から、約10nm程度電子輸送性発光層側の領域6で集中的に発生する（Takuya, Ogawa et al, 「IEICE TRANS ELECTRON」 Vol. E85-C, No. 6, 頁1239、2002の報告）。

また、発光領域6で発生する光は全方向に放射される。その結果、図10に示すように、透明電極2側の光取り出し面方向に放射した光と、反射性電極3側に放射し反射されて光取り出し面方向に放射される光に光路差が生じる。

#### 【0010】

図10において、通常、有機エレクトロルミネッセンス素子の電子輸送性発光層の厚さは数十～百数十nmであり、可視光波長のオーダーである。したがって、最終的に外部に出射する光は干渉を起こし、発光領域と反射性電極との距離dにより強め合ったり弱め合ったりする。

また、図10では正面方向の放射光のみを記述しているが、実際には斜め方向の光も存在し、距離dと発光波長 $\lambda$ によっては、放射光の角度により干渉条件が

異なる。その結果、正面方向の光は強め合い、広角度方向の光は弱め合う場合や、その反対の場合が起こりうる。すなわち、発光輝度が視角度により変化する。もちろん、距離  $d$  が大きくなると、角度により顕著に光の強度が変化することになる。よって、通常は正面方向の光が互いに強め合うように、距離  $d$  が発光波長のおよそ  $1/4$  波長の長さとなるように膜厚が設定される。

#### 【0011】

また、距離  $d$  が、たとえば  $50\text{ nm}$  程度より薄くなると、通常金属が用いられる反射性電極では、光の吸収が顕著になり、発光強度の低下と強度分布にも影響が現れる。すなわち、有機エレクトロルミネッセンス素子では、発光領域と反射性電極との間の距離  $d$  により、放射光分布が顕著に変化し、前述した導波光成分もそれに伴い大きく変化する。

さらに、有機エレクトロルミネッセンス素子の発光スペクトルは、比較的広い波長にわたってブロードな特性をもっている。したがって、距離  $d$  により強め合う波長域が変化する結果、発光ピーク波長が変化する。また、距離  $d$  によっては、発光スペクトルも視角度により変化する。

これらの問題を解決するため、視角により発光色が異なる現象を抑制するように、膜厚を選定する提案がなされている（特許文献1参照）。しかしながら、導波光に関する記述はなく、この提案で発光色の視角依存性が抑制できる膜厚は、後述する本発明の範囲とは明らかに異なるものである。

#### 【0012】

以上の理由より、発光光のうち約  $80\%$  は導波光として素子内部に閉じ込められているという古典論的な計算では、積層型の有機エレクトロルミネッセンス素子の外部取り出し効率は正しく見積もれないことになる。すなわち、導波光成分も、素子構成により顕著に変化しているのである。たとえば、M. H. Luらの報告（J. Appl. Phys., Vol. 91, No. 2, p. 595, 2002）によれば、マイクロキャビティー効果を考慮した量子論的計算手法により、素子構成による導波光成分の変化について詳細な研究がなされている。

したがって、全反射条件を崩すべく、光拡散層などを形成しても、古典論から期待されるほど大きな効果は得られない場合も起こりうる。

## 【0013】

さて、これらの有機エレクトロルミネッセンス素子を液晶表示装置用のバックライト光源として用いる場合、素子から放射される発光光は自然光であるため、液晶表示に際しては、それらを偏光板を介して直線偏光に変換する必要がある。この場合、偏光板による吸収ロスを生じて光の利用効率が50%を超え得ない問題点がある。したがって、上記の方法により、効率良く導光光を取り出しても、その半分以上は偏光板にて吸収されてしまう。

## 【0014】

これらの問題点を改善する方法として、配向膜上に有機エレクトロルミネッセンス層を形成し、発光光自体を直線偏光発光として取り出す提案がなされている（特許文献2参照）。しかしながら、この提案により偏光板での吸収ロスは最大で1/2に低減できるものの、有機薄膜を配向させるための配向膜などの挿入により、素子の発光効率が低下するおそれがある。また、全反射による導波光に関しては、従来の素子と同様に、なんら改良されていない。

## 【0015】

また、液晶表示装置において、バックライト光の偏光板での吸収ロスを低減する方法として、反射型偏光子からなる偏光分離層を使用する方法が知られており（特許文献3, 4参照）、これを有機エレクトロルミネッセンス素子に適用する提案もなされている（特許文献5, 6参照）。

しかし、有機エレクトロルミネッセンス素子において、発光領域と反射性電極との距離による干渉の影響と導波光の関係について、詳しく研究し、そのうえで反射型円偏光子と組み合わせるなどして、発光効率を最大限に引き出せるような提案はなされておらず、偏光を利用した液晶表示装置用に最適な高効率な偏光面光源の提供が切望されているのが現状である。

## 【0016】

## 【特許文献1】

特開平5-3081号公報（第2～4頁）

## 【特許文献2】

特開平11-316376号公報（第2～5頁）

**【特許文献 3】**

特開平 4 - 2 6 8 5 0 5 号公報 (第 2 ~ 6 頁)

**【特許文献 4】**

特開平 8 - 2 7 1 8 9 2 号公報 (第 2 ~ 5 頁)

**【特許文献 5】**

特開 2 0 0 1 - 2 4 4 0 8 0 号公報 (第 2 ~ 4 頁)

**【特許文献 6】**

特開 2 0 0 1 - 3 1 1 8 2 6 号公報 (第 2 ~ 3 頁)

**【0 0 1 7】****【発明が解決しようとする課題】**

本発明は、このような事情に照らして、有機エレクトロルミネッセンス素子において、素子内部に導波光として閉じ込められていた損失光を効率良く取り出すことができ、しかも液晶表示装置用の面光源として使用する場合に、偏光板での吸収を最小限に抑えることができる高効率な有機エレクトロルミネッセンス素子を提供すること、またこの素子を使用した高効率な偏光面光源および液晶表示装置を提供することを目的としている。

**【0 0 1 8】****【課題を解決するための手段】**

本発明者らは、上記の目的を達成するために、鋭意検討を重ねてきた結果、以下のような知見を得るに至った。

実際の有機エレクトロルミネッセンス素子では、有機層の膜厚が光の波長の  $1/4$  程度と薄いため、光の干渉効果が起こる。通常は、外部に出射できる正面方向の光が強め合うように素子構成を決定するのが普通である。この場合、導波光は逆に弱め合うように干渉するため、この素子構成に対し、反射・屈折角に乱れを生じさせる領域を形成しても、大きな輝度向上効果は望めない。

**【0 0 1 9】**

しかるに、本発明者らは、わざと正面方向の光は弱めあい、通常は導波光として素子内部に閉じ込められる広角度成分の光を強め合うような素子構成として、大部分の光量が分布する導波光を増幅したうえで、反射・屈折角に乱れを生じさ

せる領域を形成すると、上記した従来構成とは異なり、発光効率が顕著に高められることがわかった。つまり、反射・屈折角に乱れを生じさせる領域を設けない場合は、発光効率がかえって低下する素子構成を形成したうえで、上記領域を設けると、従来の素子構成に上記領域を設けたときよりも、高効率な有機エレクトロルミネッセンス素子が得られることがわかった。

また、このような構成とした有機エレクトロルミネッセンス素子を液晶表示装置用のバックライト光源として利用する際には、偏光板により吸収される光を、反射型偏光子を用いて低減する構成とすることにより、高効率な偏光面光源および液晶表示装置が得られることもわかった。

#### 【0020】

本発明は、以上の知見をもとにして、完成されたものである。

すなわち、本発明は、発光層を含む少なくとも1層の有機層とこれを挟持する反射性電極と透明電極とからなる一対の電極が、光取り出し面から観測者側に放射される発光光の正面輝度値と50度～70度方向の輝度値が、式(1)；正面輝度値<50度～70度方向の輝度値、の関係を満たすように形成された有機エレクトロルミネッセンス素子において、発光光が発光層から透明電極を介して観測者側に出射するまでの間に、光の反射・屈折角に乱れを生じさせる領域が、実質的に空気層を介することなく設けられ、かつこの領域より観測者側に反射型偏光子を設けられていることを特徴とする有機エレクトロルミネッセンス素子（以下、単に有機EL素子という）に係るものである。

#### 【0021】

また、本発明は、上記有機EL素子のとくに好ましい態様として、正孔と電子の再結合発光領域の中心部と反射性電極との距離を $d$  (nm)、発光層に用いている材料の蛍光発光スペクトルのピーク波長を $\lambda$  (nm)、発光層と反射性電極との間の有機層の屈折率を $n$ としたときに、式(2)； $(0.3/n)\lambda < d < (0.5/n)\lambda$ 、の関係を満たす有機EL素子に係るものである。

さらに、本発明は、反射型偏光子が、コレステリック液晶層からなる反射型円偏光子であるか、または屈折率の異なる少なくとも2種の材料を多層積層してなる反射型直線偏光子である上記構成の有機EL素子に係るものである。

## 【0022】

また、本発明は、上記各構成の有機EL素子を具備することを特徴とする偏光面光源と、さらに面内には屈折率異方性を持たず、その面内屈折率よりも厚さ方向の屈折率が高い光学補償層が、反射型偏光子より観測者側に設けられている上記構成の偏光面光源とに係るものである。また、本発明は、上記両構成の偏光面光源を具備することを特徴とする液晶表示装置に係るものであり、この構成とすることにより、従来の光源と偏光板とを組み合わせたバックライトに比べて、薄型軽量化、高効率化、低消費電力化を達成できるものである。

## 【0023】

## 【発明の実施の形態】

以下、本発明の実施の形態について、図面を参考にして、説明する。

図1は、本発明の2層型の有機EL素子の一例を示したものである。この素子は、基本構成として、支持基板1上に透明電極2、正孔輸送層4、電子輸送性発光層5および反射性電極3が順次積層された構成を有している。つまり、上記の正孔輸送層4および電子輸送性発光層5からなる有機層が透明電極2と反射性電極3とからなる一対の電極間に挟持された構成を有し、動作時には正孔輸送層4と電子輸送性発光層5の界面層から約10nm程度電子輸送性発光層側の領域で再結合が生じ、図中の発光領域6で集中して発光が生じる。

なお、この2層型とは異なる、正孔輸送層／発光層／電子輸送層の3層型の有機EL素子では、電極間に電圧を印加すると、陽極から正孔が、陰極から電子が注入され、これらがそれぞれのキャリア輸送層を移動し、発光層にて再結合して励起子が発生し、上記同様にEL発光が生じる。

## 【0024】

また、本発明では、上記の基本構成として、正面方向の発光光は弱め合うが、素子内部に閉じ込められる導波光は強め合うような構成とされている。

図2は、上記の基本構成のみからなる（つまり、後述する反射・屈折角に乱れを生じさせる領域を設ける前の）有機EL素子の輝度の角度分布を、正面0度から80度まで、10度おきに測定した特性図を示したものである。図中、曲線-aは本発明のもの、曲線-bは従来のものである。

ただし、基本構成中、透明電極 2 の厚さは 100 nm、正孔輸送層 4 の厚さは 50 nm であり、電子輸送性発光層 5 の厚さは 140 nm（本発明のもの）および 60 nm（従来のもの）となっている。素子に流す電流は上記本発明のものと従来のものとで同じとなるように電圧を印加して測定してある。

#### 【0025】

この図 2 から、従来のものは、正面輝度値、つまり正面 0 度方向の輝度値が高く、しかも比較的広い角度範囲にわたって輝度値がおよそ一定であり、完全拡散型の好ましい輝度分布を示している。これに対し、本発明のものは、正面輝度値が低く、かつ広角度になるほど輝度が高くなる特性を示している。つまり、本発明のものは、輝度の角度依存性において、式（1）；正面輝度値＜50 度～70 度方向の輝度値、の関係を満たすように構成されている。

なお、この関係は、上記の例では、電子輸送性発光層 5 の厚さの違いにより、達成しているが、発光層 5 を含む有機層と一对の電極との材料や厚さなどを適宜選択することにより、任意に達成できるものである。

#### 【0026】

また、本発明のさらに好ましい態様として、正孔と電子の再結合発光領域 6 の中心部と反射性電極 3 との距離を  $d$ 、発光層（この場合は電子輸送性発光層 5）に用いている材料の蛍光発光スペクトルのピーク波長を  $\lambda$ 、発光層と反射性電極 3 の間の有機層（この場合は電子輸送性発光層 5）の屈折率を  $n$  としたときに、式（2）； $(0.3/n)\lambda < d < (0.5/n)\lambda$ 、の関係を満たすように、構成されているのがとくに望ましい。

たとえば、上記の例で、電子輸送性発光層 5 の蛍光発光のピーク波長が 540 nm の緑色光であり、その屈折率が 1.65 であれば、上記距離  $d$  は 98.2 ～ 163.6 nm の範囲となるようにされているのが、望ましい。

#### 【0027】

本発明では、このように式（1）を満たし、また好ましくは式（2）を満たす基本構成としたうえで、さらに発光層と観測者側の出射媒質との間に光の反射・屈折角に乱れを生じさせる領域 7 を設けたことを特徴とする。すなわち、本来、導波光として閉じ込められる光は、上記領域 7 に入射すると、その伝送角が変化

し、この伝送角が全反射角よりも小さい角度に変化した光は素子外部に出射し、そうでない光も素子内を繰り返し反射し散乱する間に素子外部に出射する。これにより、目的とする高い発光効率を得られるものである。

#### 【0028】

光の反射・屈折角に乱れを生じさせる領域7は、基本的に、全反射角以上の角度にある光の伝送角を効率良く全反射角以下の伝送角に乱すことができ、素子内部に閉じ込められている導波光をより多く外部に出射できるように形成されているほど、本発明の効果が得られるため、望ましい。なお、この領域7は、発光層との間に空気層を介することなく形成されていることが必要である。何故なら、発光層から上記領域7までの間に空気が存在すると、発光光が上記領域7に入射する前に、その界面で全反射による光の閉じ込めが起こり、本発明の効果が全く発現できなくなってしまうからである。

#### 【0029】

光の反射・屈折角に乱れを生じさせる領域7の形成方法はとくに限定はなく、従来より提案されているものをそのまま応用できる。

たとえば、透明材料中にこれとは屈折率の異なる透明材料または不透明材料を分散分布させた光拡散層を形成すればよい。具体的には、ガラスやポリマー中にシリカ粒子、チタニア粒子、ジルコニア粒子、プラスチック粒子、液晶粒子、気泡などを分散分布させたものなどが挙げられる。これらの屈折率および屈折率差や粒子の粒径などにとくに限定はないが、光散乱を生じさせるという観点から、粒径は0.1～10 $\mu$ m、屈折率差は0.05以上であるのがよい。

また、支持基板表面または各界面に物理的な凹凸面を形成してもよい。具体的には、支持基板表面を艶消し処理したり、有機層（ポリマー層）表面に周期的な凹凸構造を熱転写するなどして、形成することができる。

#### 【0030】

さらに、レンズ構造も好適に用いることができる。ここで、レンズ構造とは、同心円状、互いに平行な複数本の線状、格子状などに配列ないし形成された複数のレンズ、プリズム、V字溝などによって、直進する光の方向を変化させる薄型板状透明物質を意味するものである。



具体例としては、レンチキュラーレンズシート、フレネルレンズシート、コーナークューブレンズシート、ハエの目レンズシート、猫の目レンズシート、二重ハエの目レンズシート、二重レンチキュラーレンズシート、放射状レンチキュラーレンズシート、プリズムレンズフィルム、マイクロプリズムレンズフィルムなどや、これらのレンズシートの凸面を凹面に変えてなるレンズシート、透明球または半透明球を面状に並べたものなどが挙げられる。また、V字溝などの溝を彫ることによって光の方向を変化させたものでもよい。レンズシートの材質はガラスであってもよいし、樹脂であってもよい。

#### 【0031】

光の反射・屈折角に乱れを生じさせる領域7の形成位置についても、とくに限定はなく、任意の位置に形成できる。

たとえば、支持基板1の表面に粘着剤や接着剤を介して拡散フィルムを貼り合わせたり、支持基板1自体に光拡散性を持たせてもよく、透明電極2と支持基板1との間に形成してもよい。発光面積が比較的大きい照明用途に用いる場合は、基板表面に形成すればよいが、表示装置のように発光面積が小さくなる場合は、発光層と反射・屈折角に乱れを生じさせる領域との伝送距離による視差を低減するため、できるだけ発光層近傍に形成するのが好ましい。

#### 【0032】

本発明では、さらに、上記の光の反射・屈折角に乱れを生じさせる領域7より観測者側に反射型偏光子8を設けたことを特徴とする。この反射型偏光子8は、上記領域7を通じて導かれる発光光を入射させて得られる偏光からなる透過光を偏光板に供給して吸収ロスを低減するとともに、反射型偏光子による反射光を面光源装置における反射層を介して反転させて反射型偏光子に再入射させ、その一部または全部を所定の偏光として吸収型偏光板を透過させ、さらに液晶表示などに利用しうる光量を増大して輝度を向上させるものである。この輝度向上の観点より、偏光の反射率が40%以上の反射型偏光子が好ましい。

#### 【0033】

このような反射型偏光子8としては、自然光を入射させて反射光と透過光が得られる適宜のものが用いられる。

具体的には、コレステリック液晶層からなる反射型円偏光子（円偏光分離シート）や、屈折率の異なる少なくとも2種の材料を多層積層してなる反射型直線偏光子（直線偏光分離シート）（たとえば、特表平9-506984号公報、特表平9-507308号公報）などが挙げられる。

反射型円偏光子は、グランジャン配向のコレステリック液晶層からなり、入射光を左右一方の円偏光からなる反射光と透過光に分離する。また、反射型直線偏光子は、入射光を振動面が直交する直線偏光からなる反射光と透過光に分離するものであり、3M社製の「DBEF」などの市販品もある。

#### 【0034】

反射型円偏光子において、コレステリック液晶層としては、入射光を左右一方の円偏光からなる光を反射し、他の光は透過する特性を示す適宜のものをを用いることができる。その種類についてとくに限定はない。

反射型円偏光子は、通常は、透明基材上にコレステリック液晶ポリマーによるフィルムやコレステリック液晶層を密着支持したものとして、得られる。また、広い波長範囲の透過円偏光を得るため、反射波長域が相違するコレステリック液晶層を2層または3層以上重畳した構造としてもよい。

なお、本発明の有機EL素子を液晶表示装置用のバックライトとして用いる場合、反射型円偏光子から出射する光は円偏光光であるが、1/4波長板を用いることなどにより容易に直線偏光光に変化させることができる。

#### 【0035】

本発明において、このような反射型偏光子8は、光の反射・屈折角に乱れを生じさせる領域7より観測者側、つまり外側に形成されておればよい。その際、空気層を介して設置してもよいし、領域7に直接密着させたり、接着剤や粘着剤を介して貼り合わせてもよく、とくに限定はない。領域7と反射型偏光子8との間に防湿層などの別の機能を有する層を付加してもよい。

#### 【0036】

本発明の有機EL素子は、以上説明してきたことから明らかなように、前記の基本構成としたうえで、光の反射・屈折角に乱れを生じさせる領域7を、これと発光層との間に空気層を介することなく設け、さらにそれより観測者側に反射型

偏光子 8 を設けた構成とされておればよく、図 1 に示す実施形態のほか、図 3 ～ 図 5 に示すような種々の実施形態をとることができる。

#### 【0037】

図 3 は、光の反射・屈折角に乱れを生じさせる領域 7 を透明電極 2 に隣接して設け、支持基板 1 を介して反射型偏光子 8 を設けたものである。その他の構成要素は、図 1 と同じであり、同一番号を付して、その説明を省略する。

また、図 4 は、光の反射・屈折角に乱れを生じさせる領域 7 として、支持基板 1 表面にマイクロレンズ構造を形成したものを使用し、これに、空気層を介して反射型偏光子 8 を設けるようにしたものである。その他の構成要素は、図 1 と同じであり、同一番号を付して、その説明を省略する。

さらに、図 5 は、支持基板 1 上に、反射性電極 3、電子輸送性発光層 5、正孔輸送層 4、透明電極 2、光の反射・屈折角に乱れを生じさせる領域 7 および反射型偏光子 8 を、この順に設けて、支持基板 1 の反対面側から発光光を取り出す、いわゆる上面取り出し方式の例を示したものである。この場合、支持基板 1 は、透明性であることをとくに必要としない。

#### 【0038】

本発明の有機 EL 素子において、前記の基本構成となる有機材料、電極材料、層構成や各層の膜厚に関してはとくに限定はなく、従来技術をそのまま適用することができる。有機層は低分子系材料を真空蒸着して形成してもよいし、高分子系材料を塗布法などにより形成してもよく、とくに制限はない。

#### 【0039】

具体的な構成として、前記した 2 層型の有機 EL 素子である陽極／正孔輸送層／電子輸送性発光層／陰極のほか、3 層型の有機 EL 素子である陽極／正孔輸送層／発光層／電子輸送層／陰極、これらの積層型素子とは異なる陽極／発光層／陰極などの種々の構成を選択でき、とくに限定はない。

陽極界面に正孔注入層や陰極界面に電子注入層を設けたり、再結合効率を高めるための電子ブロック層、正孔ブロック層を挿入した構成としてもよい。基本的には、発光効率がより高くなる構成、材料、形成方法を選択すると、少ない消費電力で強度の EL 発光が得られ、本発明の効果をより高められる。

## 【0040】

電極材料も、適宜最適なものを選択できる。通常の有機EL素子において、陽極には酸化インジウム錫（ITO）、酸化錫などの透明導電膜が用いられ、陰極にはMgとAgをおよそ10：1の原子比で共蒸着したものや、Ca電極、Liを微量ドーピングしたAl電極などが陰極の低仕事関数化による電子注入効率向上の観点から応用されているが、とくに限定されるものではない。

## 【0041】

本発明に用いられる支持基板は、透明性の有無に関わらず、一般的なものを使用できる。ガラス基板を用い、発光を透明電極を介してガラス基板側に取り出す方法のほかに、既述のとおり、不透明な金属板を支持基板に用い、基板とは逆の方面から光を取り出すような構成としてもよい。また、陽極を透明電極とする以外に、たとえば、陰極として有機層界面から厚さ数nm～十数nmの透光性を維持できる薄さの金属電極を形成し、その後、ITOを形成するなどして、陰極を透明電極としてもよい。もちろん、ポリマーフィルムのように可撓性のある材料を基板に用いてもよいし、既述したとおり、基板自体に光の反射・屈折角に乱れを生じされる領域を形成したものであってもよい。

## 【0042】

本発明は、上記構成の有機EL素子を発光素子として具備することを特徴とする偏光面光源と、この偏光面光源を具備することを特徴とする液晶表示装置を、提供することができる。とくに、上記構成の有機EL素子は、出射光が偏光光として得られるため、液晶表示装置用のバックライト用光源として最適であり。中でも、携帯電話やモバイル機器のように軽量化、薄型化、電池容量の関係から、低消費電力化が要求される用途に最適である。

## 【0043】

図6は、図1に示す有機EL素子における反射型偏光子8としてコレステリック液晶層からなる反射型円偏光子を用いた場合の適用例である。

この図6において、上記構成の有機EL素子により導波光成分が強められて、本質的に全光量が増幅され、その光は光の反射・屈折角に乱れを生じさせる領域7により、効率良く取り出される。

反射型偏光子 8 に入射した光の半分は円偏光光として透過し、残り半分は逆の円偏光として反射される。この円偏光光は再度領域 7 に入り、散乱されることで偏光解消され、自然光として領域 7 で後方散乱されたり、反射性電極 3 で反射されて再び反射型偏光子 8 に入射し、そのうちの半分が円偏光光として透過する。このプロセスを繰り返すことにより、50%以上の発光光を外部に導かれる。反射型偏光子 8 を通り抜けた円偏光光は 1/4 波長板 9 にて直線偏光に変換され、その振動方向と液晶表示セルの偏光板 10 の透過軸を一致させることで、偏光板 10 での吸収ロスを受けず、そのまま液晶セル 11 に入射する。

#### 【0044】

図 6 に示す適用例において、有機 EL 素子における有機層はせいぜい 500 nm 以下という薄い層であり、また光の反射・屈折角に乱れを生じさせる領域 7 も 200  $\mu$ m かそれ以下 (50  $\mu$ m 程度までの厚さ) で形成できる。したがって、支持基板 1 であるガラス板を薄くしたり、樹脂フィルムを使用することにより、従来の導光板によるバックライトに比べて、薄型軽量化が可能である。

#### 【0045】

円偏光光を直線偏光光に変換するための 1/4 波長板は、位相差フィルムとして面位相差は 1/4 であるが、斜め方向の光に関しては光路長の変化から正確に 1/4 波長として機能しなくなる。

このため、斜め方向の光は、完全に円偏光から直線偏光に変換されないため、一部偏光板で吸収が起こる。これを改善するには、面内方向には異方性がなく、その面内屈折率より厚さ方向の屈折率が高い光学補償層 (板) を挿入することにより、改善できる。また、使用する 1/4 波長板自体に厚さ方向の屈折率変化を持たせ、光学補償機能を付加してもよい。

これらの光学補償方法は、たとえば、特開平 11-231132 号公報などに開示されている。本発明において、これら光学補償方法にはなんら限定はなく、その使用材料などについてもとくに限定はない。

#### 【0046】

なお、本発明における偏光状態や偏光子は、厳密にいうと完全な直線偏光や円偏光ではなく、実際にはそれらから僅かに楕円偏光した状態にあるが、これらを

含めて、直線偏光や円偏光と称しており、必ずしも完全な偏光状態になくても、本発明の効果は十分に発揮されるものである。

#### 【0047】

##### 【実施例】

つぎに、本発明を実施例により具体的に説明する。ただし、本発明は、以下の実施例のみに限定されるものではない。

#### 【0048】

##### 実施例 1

##### <有機EL素子の基本構成の作製>

ガラス基板の片面側に、ITOセラミックスターゲット ( $\text{In}_2\text{O}_3 : \text{SnO}_2 = 90 \text{ 重量\%} : 10 \text{ 重量\%}$ ) から、DCスパッタリング法にて、厚さ  $100 \text{ nm}$  のITO膜を形成し、透明電極(陽極)を形成した。

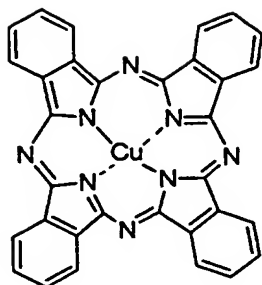
その後、フォトリソistを用いて、ITOをエッチングすることにより、発光面積が  $15 \text{ mm} \times 15 \text{ mm}$  となるようにパターンを形成した。超音波洗浄を行ったのち、低圧紫外線ランプを用いてオゾン洗浄した。

#### 【0049】

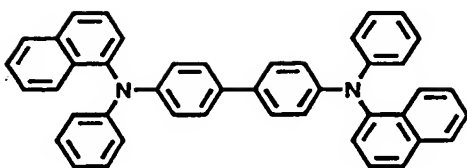
つぎに、ITO面上に、真空蒸着法により、有機層を順次形成した。まず、正孔注入層として、式(3)で表されるCuPcを、蒸着速度  $0.3 \text{ nm/s}$  で、 $15 \text{ nm}$  の厚さに形成した。つぎに、正孔輸送層として、式(4)で表される  $\alpha$ -NPDを、蒸着速度  $0.3 \text{ nm/s}$  で、 $40 \text{ nm}$  の厚さに形成した。最後に、電子輸送性発光層として、式(5)で表されるAlqを、蒸着速度  $0.3 \text{ nm/s}$  で、 $140 \text{ nm}$  の厚さに形成した。

【0050】

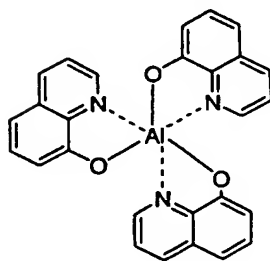
【化1】



---(3)



---(4)



---(5)

## 【0051】

その後、Mgを $1\text{ nm/s}$ 、Agを $0.1\text{ nm/s}$ の蒸着速度にて共蒸着し、厚さ $100\text{ nm}$ のMgAgを形成後、MgAgの酸化防止の観点から、さらに、その上にAgを $50\text{ nm}$ 形成して、反射性電極（陰極）とした。

真空蒸着装置から取り出したのち、陰極電極側に紫外線硬化性エポキシ樹脂を滴下し、その上にスライドガラスを被せ、十分にエポキシ樹脂が広がった時点で高圧紫外線ランプを用いてエポキシ樹脂を硬化させ、素子を封止した。

## 【0052】

このように作製した反射・屈折角に乱れを生じさせる領域を形成する前の有機EL素子について、 $15\text{ V}$ の電圧を印加したところ、 $10.5\text{ mA/cm}^2$ の電流密度で素子に電流が通じ、発光が観測された。

図7に示すように、市販の輝度計（トプコン社製の品名「BM9」）を用い、 $\theta$ 方向の素子の輝度を、 $0^\circ \sim 80^\circ$ 方向まで、 $10^\circ$ おきに測定した。

結果は、 $0^\circ : 126\text{ cd/m}^2$ 、 $10^\circ : 138\text{ cd/m}^2$ 、 $20^\circ : 154\text{ cd/m}^2$ 、 $30^\circ : 181\text{ cd/m}^2$ 、 $40^\circ : 225\text{ cd/m}^2$ 、 $50^\circ : 272\text{ cd/m}^2$ 、 $60^\circ : 307\text{ cd/m}^2$ 、 $70^\circ : 386\text{ cd/m}^2$ 、 $80^\circ : 339\text{ cd/m}^2$ であった。

また、 $\phi$ 方向に測定方向を変えて、輝度の角度依存性を測定したところ、ほぼ全方向で輝度値は同じであった。よって、 $\phi$ 方向に関しては、発光は均一に分布しているものと仮定した。

## 【0053】

この結果から、上記の有機EL素子は、本発明の式（1）の関係を十分に満たすものであった。また、この素子において、正孔と電子の再結合は、ほぼ $\alpha$ -NPdとAlqの界面で起こる。よって、本発明にいう正孔と電子の再結合発光領域の中心部と反射性電極との距離 $d$ はおよそ $140\text{ nm}$ であった。

また、励起光源に発光波長が $365\text{ nm}$ のブラックライトを用い、ガラス基板上に蒸着したAlq薄膜に照射した際の蛍光スペクトルのピーク波長 $\lambda$ はおよそ $530\text{ nm}$ であった。また、分光エリプソメータを用いて測定したAlq薄膜の屈折率 $n$ はおよそ $1.67$ であった。よって、上記の有機EL素子は、本発明の



式(2)の関係も満足するものであった。

#### 【0054】

##### <反射・屈折角に乱れを生じさせる領域の形成>

トルエン10gに、屈折率1.43、粒子径4 $\mu$ mのシリコン粒子1.5gを加え、よく攪拌した。また、屈折率が1.47であるアクリル系粘着剤を、濃度が20重量%となるように、トルエンに加えて溶解させた。この溶液を、粘着剤に対するシリコン濃度が15重量%になるように、上記のシリコン粒子を分散させたトルエン溶液に加え、さらに粘着剤のトルエンに対する濃度が20重量%になるように、濃度調整を行い、よく攪拌した。

アプリケータを用い、セパレーター上に上記調整した溶液を塗布し、乾燥させることにより、厚さ20 $\mu$ mの光拡散性粘着剤を作製した。

つぎに、前記のように作製した有機EL素子のガラス基板表面上に、上記の光拡散性粘着剤を10枚重ねて貼り合わせ、厚さがおよそ200 $\mu$ mの光拡散層を形成した。

#### 【0055】

##### <反射型偏光子の形成>

複屈折を示さない厚さが50 $\mu$ mの三酢酸セルロースフィルムの上に、厚さが0.1 $\mu$ mのポリビニルアルコール層を設けて、レーヨン布でラビング処理して配向膜を形成し、この配向膜上にアクリル系サーモトロピックコレステリック液晶ポリマーの20重量%テトラヒドロフラン溶液をワイヤーバーにて塗工し、乾燥したのち、150 $\pm$ 2 $^{\circ}$ Cで5分間加熱配向処理し、室温まで放冷して、厚さが1 $\mu$ mのコレステリック液晶ポリマー層を形成する方式により、円偏光二色性を示す波長域が(A)350~450nm、(B)450~550nm、(C)600~700nm、(d)750~850nmで、右円偏光を鏡面的反射する4種のコレステリック液晶ポリマー層を得た。

#### 【0056】

上記(A)と(B)のコレステリック液晶ポリマー層をその液晶面同士を密着させて150 $\pm$ 2 $^{\circ}$ Cで2分間加熱圧着処理したのち、その(B)側の三酢酸セルロースフィルムを剥離し、その液晶ポリマー層の露出面に(C)のコレステリッ

ク液晶ポリマー層をその液晶面同士を密着させて $150 \pm 2^\circ\text{C}$ で2分間加熱圧着処理し、さらに上記に準じ(D)のコレステリック液晶ポリマー層も加熱圧着処理して、厚さ方向に螺旋ピッチが変化して円偏光二色性を示す波長域が $400 \sim 800\text{ nm}$ のコレステリック液晶層からなる反射型偏光子を得た。

この反射型偏光子を、前記有機EL素子のガラス基板表面の光拡散層の上に、貼り合わせて、有機EL素子を作製した。

#### 【0057】

##### 実施例2

電子輸送性発光層として、式(5)で表されるAlqを $120\text{ nm}$ の厚さに形成した以外は、実施例1と同様にして、基本構成としての有機EL素子を作製した。この素子に $13.1\text{ V}$ の電圧を印加し、同様に $10.5\text{ mA/cm}^2$ の電流密度で素子に電流を流して発光させ、実施例1と同様に評価した。

結果は、 $0^\circ : 166\text{ cd/m}^2$ 、 $10^\circ : 171\text{ cd/m}^2$ 、 $20^\circ : 176\text{ cd/m}^2$ 、 $30^\circ : 205\text{ cd/m}^2$ 、 $40^\circ : 245\text{ cd/m}^2$ 、 $50^\circ : 284\text{ cd/m}^2$ 、 $60^\circ : 313\text{ cd/m}^2$ 、 $70^\circ : 362\text{ cd/m}^2$ 、 $80^\circ : 342\text{ cd/m}^2$ であった。

#### 【0058】

これより、光拡散層を形成する前の $\theta$ 方向の輝度分布は、本発明の式(1)の関係を満足し、またAlq層 $120\text{ nm}$ という値も、本発明の式(2)の関係を満足するものであった。つぎに、このように作製した基本構成としての有機EL素子のガラス基板表面に、実施例1と同様にして、厚さがおよそ $200\text{ }\mu\text{m}$ の光拡散層を形成した。さらにその上に、実施例1と同様にして、反射型偏光子を貼り合わせて、有機EL素子を作製した。

#### 【0059】

##### 比較例1

電子輸送性発光層として、式(5)で表されるAlqを $65\text{ nm}$ の厚さに形成した以外は、実施例1と同様にして、基本構成としての有機EL素子を作製した。この素子に $8.8\text{ V}$ の電圧を印加し、同様に $10.5\text{ mA/cm}^2$ の電流密度で素子に電流を流して発光させ、実施例1と同様に評価した。

結果は、 $0^{\circ} : 314 \text{ cd/m}^2$ 、 $10^{\circ} : 315 \text{ cd/m}^2$ 、 $20^{\circ} : 312 \text{ cd/m}^2$ 、 $30^{\circ} : 309 \text{ cd/m}^2$ 、 $40^{\circ} : 298 \text{ cd/m}^2$ 、 $50^{\circ} : 285 \text{ cd/m}^2$ 、 $60^{\circ} : 274 \text{ cd/m}^2$ 、 $70^{\circ} : 257 \text{ cd/m}^2$ 、 $80^{\circ} : 229 \text{ cd/m}^2$  であった。

#### 【0060】

これより、光拡散層を形成する前の $\theta$ 方向の輝度分布は、本発明の式(1)の関係を満足せず、またAlq層65nmという値も、本発明の式(2)の関係を満足しなかった。つぎに、このように作製した基本構成としての有機EL素子のガラス基板表面に、実施例1と同様にして、厚さがおよそ $200 \mu\text{m}$ の光拡散層を形成した。さらにその上に、実施例1と同様にして、反射型偏光子を貼り合わせて、有機EL素子を作製した。

#### 【0061】

##### 比較例2

電子輸送性発光層として、式(5)で表されるAlqを25nmの厚さに形成した以外は、実施例1と同様にして、基本構成としての有機EL素子を作製した。この素子に6.1Vの電圧を印加し、同様に $10.5 \text{ mA/cm}^2$ の電流密度で素子に電流を流して発光させ、実施例1と同様に評価した。

結果は、 $0^{\circ} : 123 \text{ cd/m}^2$ 、 $10^{\circ} : 123 \text{ cd/m}^2$ 、 $20^{\circ} : 118 \text{ cd/m}^2$ 、 $30^{\circ} : 114 \text{ cd/m}^2$ 、 $40^{\circ} : 107 \text{ cd/m}^2$ 、 $50^{\circ} : 106 \text{ cd/m}^2$ 、 $60^{\circ} : 102 \text{ cd/m}^2$ 、 $70^{\circ} : 95 \text{ cd/m}^2$ 、 $80^{\circ} : 82 \text{ cd/m}^2$  であった。

#### 【0062】

これより、光拡散層を形成する前の $\theta$ 方向の輝度分布は、本発明の式(1)の関係を満足せず、またAlq層25nmという値も、本発明の式(2)の関係を満足しなかった。つぎに、このように作製した基本構成としての有機EL素子のガラス基板表面に、実施例1と同様にして、厚さがおよそ $200 \mu\text{m}$ の光拡散層を形成した。さらにその上に、実施例1と同様にして、反射型偏光子を貼り合わせて、有機EL素子を作製した。

#### 【0063】

## 比較例 3

電子輸送性発光層として、式(5)で表される Alq を 180 nm の厚さに形成した以外は、実施例 1 と同様にして、基本構成としての有機 EL 素子を作製した。この素子に 17.3 V の電圧を印加し、同様に 10.5 mA/cm<sup>2</sup> の電流密度で素子に電流を流して発光させ、実施例 1 と同様に評価した。

結果は、0° : 154 cd/m<sup>2</sup>、10° : 148 cd/m<sup>2</sup>、20° : 134 cd/m<sup>2</sup>、30° : 116 cd/m<sup>2</sup>、40° : 101 cd/m<sup>2</sup>、50° : 92 cd/m<sup>2</sup>、60° : 95 cd/m<sup>2</sup>、70° : 89 cd/m<sup>2</sup>、80° : 80 cd/m<sup>2</sup> であった。

## 【0064】

これより、光拡散層を形成する前の  $\theta$  方向の輝度分布は、本発明の式(1)の関係を満足せず、また Alq 層 180 nm という値も、本発明の式(2)の関係を満足しなかった。つぎに、このように作製した基本構成としての有機 EL 素子のガラス基板表面に、実施例 1 と同様にして、厚さがおよそ 200  $\mu$ m の光拡散層を形成した。さらにその上に、実施例 1 と同様にして、反射型偏光子を貼り合わせて、有機 EL 素子を作製した。

## 【0065】

## 比較例 4

電子輸送性発光層として、式(5)で表される Alq を 220 nm の厚さに形成した以外は、実施例 1 と同様にして、基本構成としての有機 EL 素子を作製した。この素子に 21.2 V の電圧を印加し、同様に 10.5 mA/cm<sup>2</sup> の電流密度で素子に電流を流して発光させ、実施例 1 と同様に評価した。

結果は、0° : 363 cd/m<sup>2</sup>、10° : 354 cd/m<sup>2</sup>、20° : 358 cd/m<sup>2</sup>、30° : 341 cd/m<sup>2</sup>、40° : 311 cd/m<sup>2</sup>、50° : 272 cd/m<sup>2</sup>、60° : 225 cd/m<sup>2</sup>、70° : 177 cd/m<sup>2</sup>、80° : 160 cd/m<sup>2</sup> であった。

## 【0066】

これより、光拡散層を形成する前の  $\theta$  方向の輝度分布は、本発明の式(1)の関係を満足せず、また Alq 層 220 nm という値も、本発明の式(2)の関係を

を満足しなかった。つぎに、このように作製した基本構成としての有機EL素子のガラス基板表面に、実施例1と同様にして、厚さがおよそ $200\mu\text{m}$ の光拡散層を形成した。さらにその上に、実施例1と同様にして、反射型偏光子を貼り合わせて、有機EL素子を作製した。

#### 【0067】

上記の実施例1, 2および比較例1~4の各有機EL素子について、液晶表示装置用のバックライトとして用いる場合を想定し、下記の方法により、性能試験を行った。結果は、表1に示されるとおりであった。

#### 【0068】

##### <有機EL素子の性能試験>

吸収型偏光板として、日東電工社製の「NPF-HEG1425DU」を用いた。厚さは $180\mu\text{m}$ であった。また、 $1/4$ 波長板( $\lambda/4$ 波長板)として、ノルボルネン系樹脂フィルム(JSR社製の「アートン」)を $180^\circ\text{C}$ で1.5倍延伸(縦1軸延伸)して、波長 $\lambda=550\text{nm}$ で $\Delta n d=135\text{nm}$ になるように調整した。厚さは $90\mu\text{m}$ であった。

吸収型偏光板の吸収軸と $1/4$ 波長板の延伸軸とを、なす角度が $45^\circ$ になるようにして、アクリル系粘着剤で貼り合わせた。

このようにして得た $1/4$ 波長板付き偏光板を、各有機EL素子の発光面上に置き、 $10.5\text{mA}$ の電流が通じるように、各素子に電圧を印加して、正面輝度を測定した。また、発光効率( $\text{cd}/\text{A}$ )を調べた。

## 【0069】

表 1

	A l q 層の 膜厚 (nm)	電流密度 (mA/cm <sup>2</sup> )	正面輝度 (cd/m <sup>2</sup> )	発光効率 (cd/A)
実施例 1	140	10.5	323	3.08
実施例 2	120	10.5	337	3.21
比較例 1	65	10.5	235	2.24
比較例 2	25	10.5	73	0.70
比較例 3	180	10.5	156	1.49
比較例 4	220	10.5	216	2.06

## 【0070】

上記の表 1 の結果から明らかなように、本発明の実施例 1, 2 の有機 EL 素子は、いずれも、比較例 1 ~ 4 のどの有機 EL 素子よりも、正面輝度が高く、発光効率に非常にすぐれているものであることがわかる。

## 【0071】

## 比較例 5

光拡散層と反射型偏光子をとともに形成しなかった以外は、実施例 1 と同様にして、有機 EL 素子を作製した。つまり、この有機 EL 素子は、実施例 1 における基本構成としての有機 EL 素子そのものである。

## 【0072】

## 比較例 6

光拡散層だけを形成し、反射型偏光子を形成しなかった以外は、実施例 1 と同様にして、有機 EL 素子を作製した。

## 【0073】

## 比較例 7

光拡散層を形成せず、反射型偏光子だけを形成した以外は、実施例 1 と同様に  
して、有機 EL 素子を作製した。

【0074】

比較例 8

光拡散層と反射型偏光子をともに形成しなかった以外は、比較例 1 と同様に  
して、有機 EL 素子を作製した。つまり、この有機 EL 素子は、比較例 1 における  
基本構成としての有機 EL 素子そのものである。

【0075】

比較例 9

光拡散層だけを形成し、反射型偏光子を形成しなかった以外は、比較例 1 と同  
様に、有機 EL 素子を作製した。

【0076】

比較例 10

光拡散層を形成せず、反射型偏光子だけを形成した以外は、比較例 1 と同様に  
して、有機 EL 素子を作製した。

【0077】

上記の比較例 5～7 および比較例 8～10 の各有機 EL 素子について、液晶表  
示装置用のバックライトして用いる場合を想定し、前記と同様に、性能試験を行  
った。これらの結果を、比較例 5～7 に対応する実施例 1 の結果および比較例 8  
～10 に対応する比較例 1 の結果と合わせて、表 2 に示した。

## 【0078】

表 2

	A l q 層 の膜厚 (nm)	電流密度 (mA/cm <sup>2</sup> )	光拡散 層の有無	反射型 偏光子の有無	正面輝度 (cd/m <sup>2</sup> )	発光効率 (cd/A)
実施例 1	140	10.5	有り	有り	323	3.08
比較例 5	140	10.5	無し	無し	68	0.65
比較例 6	140	10.5	有り	無し	215	2.05
比較例 7	140	10.5	無し	有り	113	1.08
比較例 1	65	10.5	有り	有り	235	2.24
比較例 8	65	10.5	無し	無し	142	1.36
比較例 9	65	10.5	有り	無し	168	1.60
比較例 10	65	10.5	無し	有り	231	2.20

## 【0079】

上記の表 2 の結果から、光拡散層と反射型偏光子をともに形成していない比較例 5、8 の通常の有機 EL 素子同士では、式 (1)、式 (2) を満足しない比較例 8 の方が発光効率が高くなっているが、これらに光拡散層だけを形成した比較例 6、9 の有機 EL 素子同士では、上記傾向が逆転し、式 (1)、式 (2) を満足する比較例 6 の方が発光効率が高くなっている。

これは、本発明の効果である通常は取り出されない導波光を強め合うように有機 EL 素子の構成を決定したためである。つまり、光拡散層を形成することで、上記導波光が取り出され、結果として発光効率が高くなる。このように発光効率を高めた比較例 6 の有機 EL 素子にさらに反射型偏光子を形成した実施例 1 は、上記の比較例 6 に比べて、発光効率がより一段と高くなる。

## 【0080】



また、反射型偏光子だけを形成した比較例 7 および比較例 10 の有機 EL 素子は、反射型偏光子の作用により、それぞれ、比較例 5 および比較例 8 の有機 EL 素子に比べて、およそ 1.6 倍程度発光効率は高くなっている。しかし、実施例 1 の有機 EL 素子に比べると、その値はやはり小さかった。

以上の試験結果から、本発明の有機 EL 素子は、液晶表示装置用の偏光面光源としてすぐれたものであることが確認された。

#### 【0081】

##### 実施例 3

反射型偏光子の面上に、さらに光学補償層を、アクリル系透明粘着剤を介して貼り合わせた有機 EL 素子について、前記と同様にして、液晶表示装置用のバックライトとしての性能試験を行った。ただし、ここでは、10.5mA の電流が通じるように電圧を印加して、正面 0 度～80 度の輝度値を、10 度おきに測定した。この結果を、実施例 1 の有機 EL 素子についての同様の試験結果と合わせ、図 8 に示した。図中、曲線 c は実施例 1、曲線 d は実施例 3 である。また、用いた光学補償層は、下記の方法により、作製したものである。

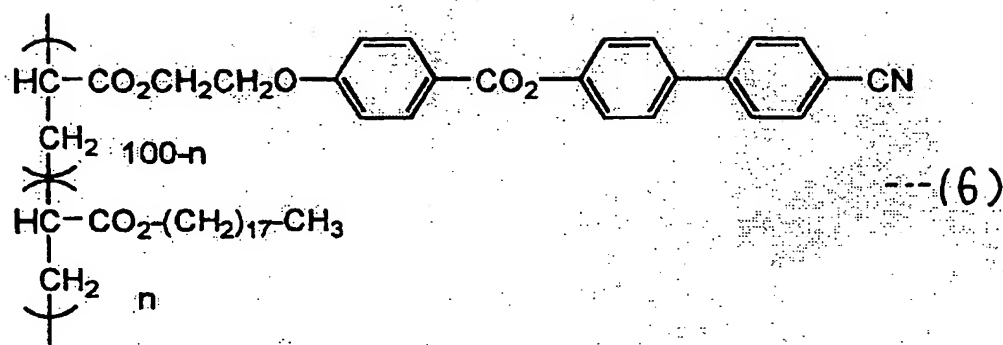
#### 【0082】

##### <光学補償層の作製>

下記の式 (6) で示される側鎖型液晶ポリマー (式中、 $n=35$  であり、モノマーユニットのモル%を示し、便宜的にブロック体を表示している。重量平均分子量は 5,000) 25 部を、シクロヘキサノン 75 部に溶解した溶液を、ノルボルネン系ポリマー (日本ゼオン社製の「ゼオネックス」) をポリマー材料とした厚さが  $20\mu\text{m}$  のプラスチックフィルムの上に、スピンコーティングにより、塗布した。ついで、 $130^{\circ}\text{C}$  で 1 分間加熱し、その後、室温まで一気に冷却することにより、上記液晶層をホメオトロピック配向させ、かつ配向を維持したままホメオトロピック配向液晶層を固定化し、面内の屈折率が一定であり、厚さ方向の屈折率が大きい光学補償層を作製した。

【0083】

【化2】



【0084】

図8から明らかなように、実施例1では広角度になるほど輝度が小さくなる傾向がみられるが、実施例3では光学補償層を挿入することで広い角度範囲で高い輝度が得られていることがわかる。なお、実施例1, 3の角度分布は、式(1)を満足していないが、これは光の反射・屈折角に乱れを生じさせる領域を形成したのちの測定結果を示しているためである。言うまでもなく、本発明では、光の反射・屈折角に乱れを生じさせる領域を形成する前の状態で式(1)を満足するように有機EL素子の基本構成を決定するものである。

【0085】

#### 実施例4

コレステリック液晶層からなる反射型円偏光子に代えて、反射型直線偏光子として、3M社製の「DBEF」を用いるようにした以外は、実施例1と同様にし、有機EL素子を作製した。

この有機EL素子について、液晶表示装置用のバックライトとしての性能試験を行った。すなわち、吸収型偏光板として、日東電工社製の「NPF-HEG1425DU」を用い、この偏光板を透過率が最大になるように上記素子のDBEF上に設置し、10.5mAの電流が通じるように電圧を印加して、正面輝度を測定した。その結果、308cd/m<sup>2</sup>の値が得られ、実施例1とほぼ同様の効果が奏されるものであることが確認された。

## 【0086】

## 【発明の効果】

以上のように、本発明の有機EL素子は、光の反射・屈折角に乱れを生じさせる領域を形成する前は発光効率が低いが、本来素子内部に閉じ込められる導波光成分を増幅したうえで、光の反射・屈折角に乱れを生じさせる領域を形成して、導波光成分を外部に取り出すようにしたことにより、最終的に出射光量を増加でき、しかも反射型偏光子を設置することにより、その半分以上を偏光光として出射可能であるため、液晶表示装置に用いられる偏光面光源に応用するにあたり、高効率な有機EL素子を提供することができる。

このため、本発明により、消費電力を大幅に低下でき、素子に流す電流を少なくできるので、素子の長寿命化をはかることができる。また、本発明では、有機EL素子の外部取り出し効率を向上できることから、有機EL材料や電極材料などが進歩して内部量子効率が向上すれば、それに乗じた形で発光効率が増加し、本発明の効果がより一層得られるようになる。

## 【図面の簡単な説明】

## 【図1】

本発明の有機エレクトロルミネッセンス素子の一例を示す断面図である。

## 【図2】

本発明および従来の有機エレクトロルミネッセンス素子の基本構成についての（反射・屈折角に乱れを生じさせる領域を形成する前の）特性図である。

## 【図3】

本発明の有機エレクトロルミネッセンス素子の他の例を示す断面図である。

## 【図4】

本発明の有機エレクトロルミネッセンス素子の別の例を示す断面図である。

## 【図5】

本発明の有機エレクトロルミネッセンス素子のさらに別の例を示す断面図である。

## 【図6】

本発明の有機エレクトロルミネッセンス素子を液晶表装置に適用した例を示す

断面図である。

【図 7】

実施例 1 の有機エレクトロルミネッセンス素子の特性の説明図である。

【図 8】

実施例 1 および実施例 3 の有機エレクトロルミネッセンス素子の輝度に関する特性図である。

【図 9】

有機エレクトロルミネッセンス素子の発光領域を示す説明図である。

【図 10】

有機エレクトロルミネッセンス素子の輝度についての説明図である。

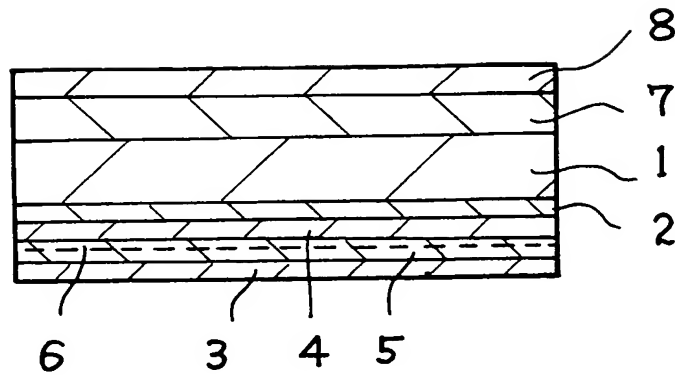
【符号の説明】

- 1 支持基板（ガラス基板）
- 2 透明電極（陽極）
- 3 反射性電極（陰極）
- 4 正孔輸送層
- 5 電子輸送性発光層
- 6 発光領域
- 7 反射・屈折角に乱れを生じさせる領域
- 8 反射型偏光子
- 9 1／4 波長板
- 10 偏光板
- 11 液晶セル

【書類名】

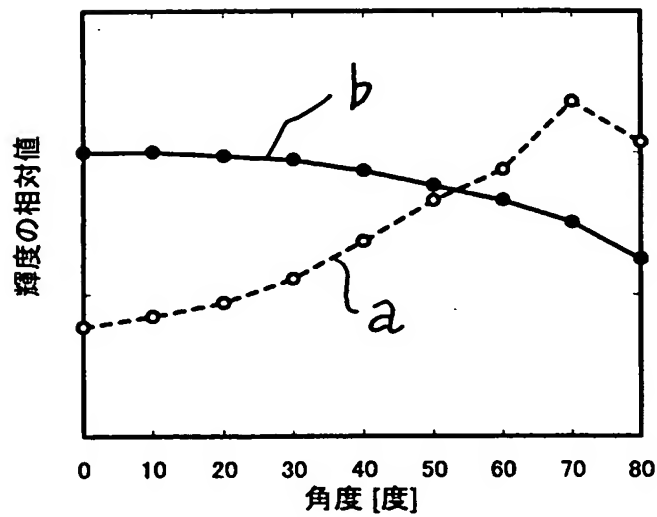
図面

【図 1】

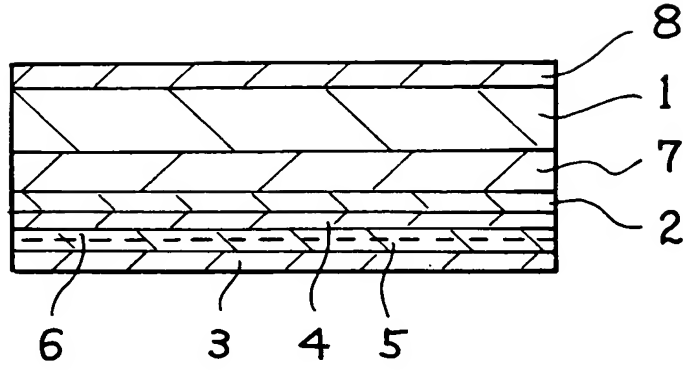


- 1 : 支持基板（ガラス基板）      2 : 透明電極（陽極）  
 3 : 反射性電極（陰極）      4 : 正孔輸送層  
 5 : 電子輸送性発光層      6 : 発光領域  
 7 : 反射・屈折角に乱れを生じさせる領域  
 8 : 反射型偏光子

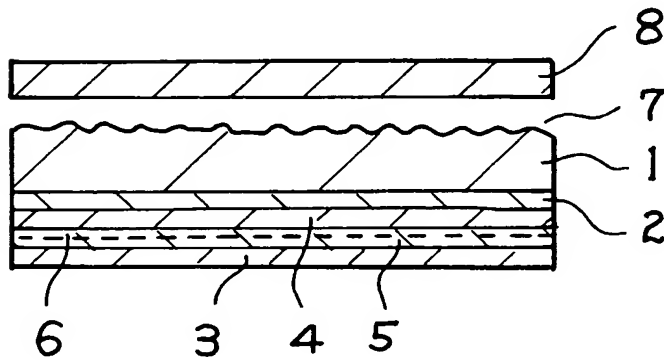
【図 2】



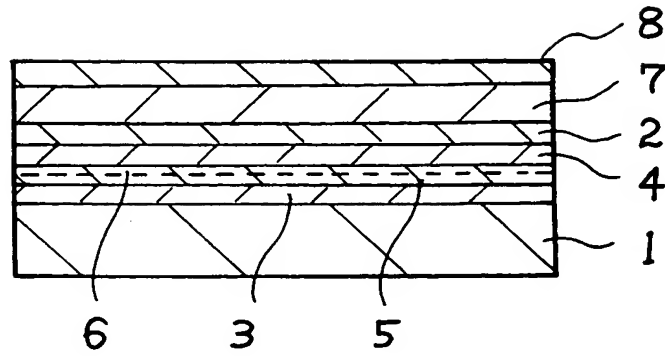
【図 3】



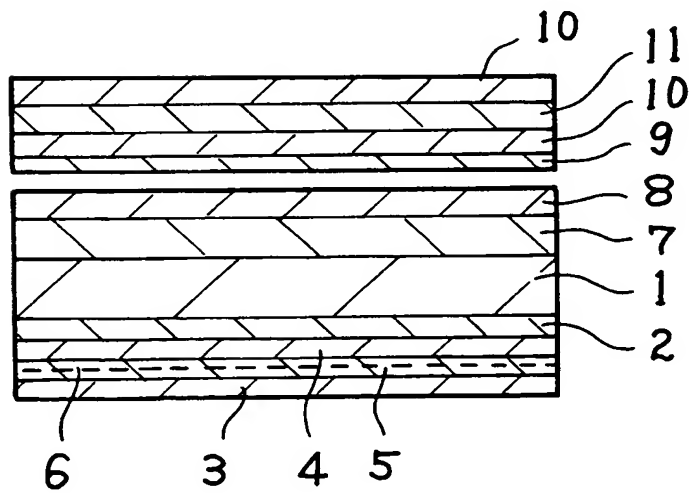
【図 4】



【図 5】



【図 6】

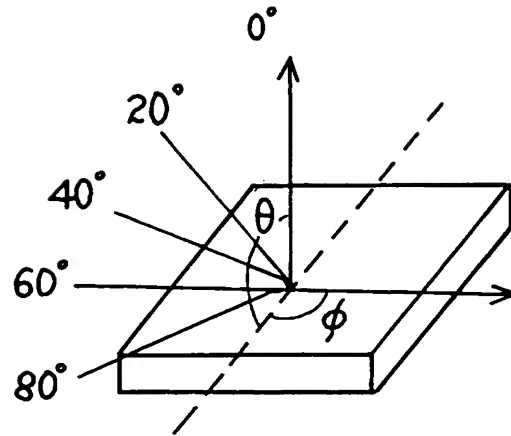


9 : 1/4 波長板

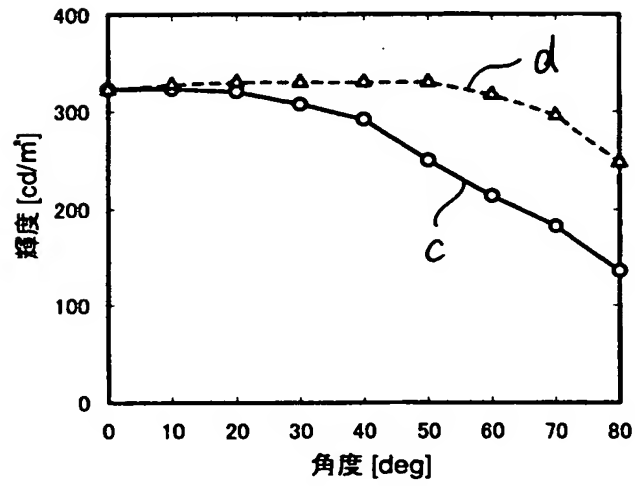
10 : 偏光板

11 : 液晶セル

【図 7】

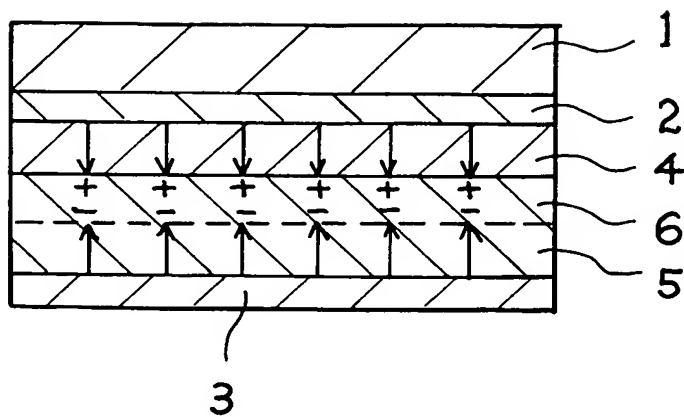


【図 8】

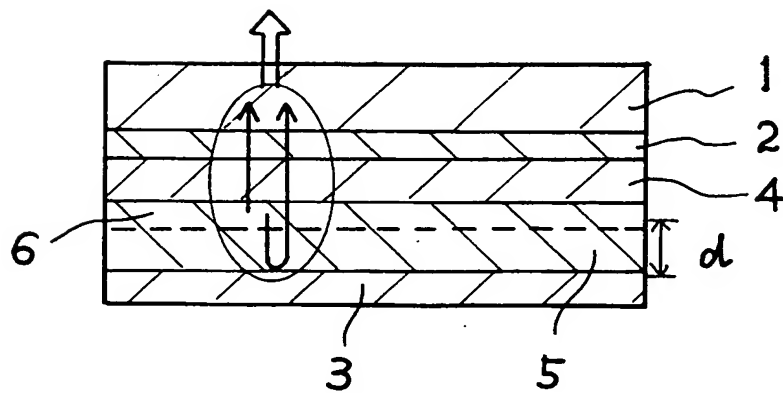




【図 9】



【図 10】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 素子内部に導波光として閉じ込められる損失光を、偏光光として効率良く取り出せる有機エレクトロルミネッセンス素子を提供する。

【解決手段】 発光層（５）を含む少なくとも１層の有機層（４，５）とこれを挟持する反射性電極（３）と透明電極（２）とからなる一対の電極が、光取り出し面から観測者側に放射される発光光の正面輝度値と５０度～７０度方向の輝度値が、式（１）；正面輝度値＜５０度～７０度方向の輝度値、の関係を満たすように形成された有機エレクトロルミネッセンス素子において、発光光が発光層（５）から透明電極（２）を介して観測者側に出射するまでの間に、光の反射・屈折角に乱れを生じさせる領域（７）が、実質的に空気層を介することなく設けられ、かつこの領域より観測者側に反射型偏光子（８）を設けられていることを特徴とする有機エレクトロルミネッセンス素子。

【選択図】 図１

特願 2 0 0 3 - 0 6 2 5 5 4

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[ 0 0 0 0 0 3 9 6 4 ]

1 . 変 更 年 月 日

1 9 9 0 年   8 月 3 1 日

[ 変 更 理 由 ]

新 規 登 録

住   所

大 阪 府 茨 木 市 下 穂 積 1 丁 目 1 番 2 号

氏   名

日 東 電 工 株 式 会 社

日本国特許庁  
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出願年月日 2003年 7月28日  
Date of Application:

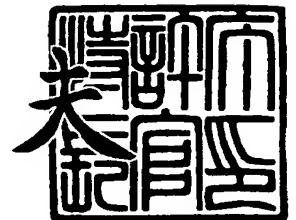
出願番号 特願2003-280576  
Application Number:  
[ST. 10/C]: [JP 2003-280576]

出願人 日東電工株式会社  
Applicant(s):

2003年11月13日

特許庁長官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

今井 康



出証番号 出証特2003-3093886

【書類名】 特許願  
【整理番号】 PE1-DA3815  
【提出日】 平成15年 7月28日  
【あて先】 特許庁長官 殿  
【国際特許分類】 H05B 33/00  
【発明者】  
    【住所又は居所】 大阪府茨木市下穂積 1丁目 1番 2号 日東電工株式会社内  
    【氏名】 中村 年孝  
【発明者】  
    【住所又は居所】 大阪府茨木市下穂積 1丁目 1番 2号 日東電工株式会社内  
    【氏名】 宮武 稔  
【発明者】  
    【住所又は居所】 大阪府茨木市下穂積 1丁目 1番 2号 日東電工株式会社内  
    【氏名】 中野 秀作  
【特許出願人】  
    【識別番号】 000003964  
    【氏名又は名称】 日東電工株式会社  
    【代表者】 竹本 正道  
【代理人】  
    【識別番号】 100079153  
    【弁理士】  
    【氏名又は名称】 祢▲ぎ▼元 邦夫  
【先の出願に基づく優先権主張】  
    【出願番号】 特願2002-341821  
    【出願日】 平成14年11月26日  
【先の出願に基づく優先権主張】  
    【出願番号】 特願2003- 80  
    【出願日】 平成15年 1月 6日  
【先の出願に基づく優先権主張】  
    【出願番号】 特願2003- 62554  
    【出願日】 平成15年 3月 7日  
【手数料の表示】  
    【予納台帳番号】 004628  
    【納付金額】 21,000円  
【提出物件の目録】  
    【物件名】 特許請求の範囲 1  
    【物件名】 明細書 1  
    【物件名】 図面 1  
    【物件名】 要約書 1  
    【包括委任状番号】 9102494

## 【書類名】 特許請求の範囲

## 【請求項 1】

発光層を含む少なくとも 1 層の有機層とこれを挟持する少なくとも一方が透明電極である陽極電極と陰極電極とからなる一対の電極が、光取り出し面から観測者側に放射される発光光の正面輝度値と 50 度～70 度方向の輝度値が、式 (1) ; 正面輝度値 < 50 度～70 度方向の輝度値、の関係を満たすように形成されてなる有機エレクトロルミネッセンス素子において、発光光が発光層から透明電極を介して観測者側に出射するまでの間に、光の反射・屈折角に乱れを生じさせる領域が、実質的に空気層を介することなく設けられていることを特徴とする有機エレクトロルミネッセンス素子。

## 【請求項 2】

陽極電極と陰極電極とのうちの一方が透明電極で、他方が反射性電極であり、正孔と電子の再結合発光領域の略中心部と反射性電極との距離を  $d$  (nm)、発光層に用いている材料の蛍光発光スペクトルのピーク波長を  $\lambda$  (nm)、発光層と反射性電極との間の有機層の屈折率を  $n$  とすると、式 (2) ;  $(0.3/n) \lambda < d < (0.5/n) \lambda$ 、の関係を満たす請求項 1 に記載の有機エレクトロルミネッセンス素子。

## 【請求項 3】

光の反射・屈折角に乱れを生じさせる領域は、透明材料中にこれとは屈折率の異なる透明材料または不透明材料を分散分布させた光拡散性部位からなる請求項 1 または 2 に記載の有機エレクトロルミネッセンス素子。

## 【請求項 4】

光の反射・屈折角に乱れを生じさせる領域は、レンズ構造からなる請求項 1 または 2 に記載の有機エレクトロルミネッセンス素子。

## 【請求項 5】

光の反射・屈折角に乱れを生じさせる領域は、凹凸面からなる請求項 1 または 2 に記載の有機エレクトロルミネッセンス素子。

## 【請求項 6】

光の反射・屈折角に乱れを生じさせる領域より観測者側に反射型偏光子を有する請求項 3～5 のいずれかに記載の有機エレクトロルミネッセンス素子。

## 【請求項 7】

反射型偏光子は、コレステリック液晶層からなる反射型円偏光子である請求項 6 に記載の有機エレクトロルミネッセンス素子。

## 【請求項 8】

反射型偏光子は、屈折率の異なる少なくとも 2 種の材料を多層積層してなる反射型直線偏光子である請求項 6 に記載の有機エレクトロルミネッセンス素子。

## 【請求項 9】

面内には屈折率異方性を持たず、その面内屈折率よりも厚さ方向の屈折率が大きい光学補償層が設けられている請求項 6～8 のいずれかに記載の有機エレクトロルミネッセンス素子。

## 【請求項 10】

光の反射・屈折角に乱れを生じさせる領域は、透光性樹脂中に複屈折特性の相違する微小領域を分散分布させた偏光散乱性部位からなる請求項 1 または 2 に記載の有機エレクトロルミネッセンス素子。

## 【請求項 11】

偏光散乱性部位における微小領域は、液晶性材料、液晶相を過冷却固定したガラス状態材料または重合性液晶の液晶相をエネルギー線により架橋固定した材料のいずれかから構成されている請求項 10 に記載の有機エレクトロルミネッセンス素子。

## 【請求項 12】

偏光散乱性部位は、透光性樹脂中にこの樹脂のガラス転移温度よりも低温でネマチック液晶相を呈するガラス転移温度が 50℃以上の液晶ポリマーからなる微小領域を分散含有させてなる請求項 10 に記載の有機エレクトロルミネッセンス素子。

**【請求項 1 3】**

偏光散乱性部位は、微小領域とそれ以外の部分との間で、微小領域の各光軸方向における屈折率差  $\Delta n_1$ 、 $\Delta n_2$ 、 $\Delta n_3$  が最大値を示す軸方向 ( $\Delta n_1$  方向) において 0. 0 3 ~ 0. 5 ( $\Delta n_1$ ) であり、この軸方向と直交する 2 軸方向 ( $\Delta n_2$  方向、 $\Delta n_3$  方向) において 0. 0 3 以下である請求項 1 0 ~ 1 2 のいずれかに記載の有機エレクトロルミネッセンス素子。

**【請求項 1 4】**

請求項 1 ~ 5 のいずれかに記載の有機エレクトロルミネッセンス素子を具備することを特徴とする面光源。

**【請求項 1 5】**

請求項 6 ~ 1 3 のいずれかに記載の有機エレクトロルミネッセンス素子を具備することを特徴とする偏光面光源。

**【請求項 1 6】**

請求項 1 4 に記載の面光源または請求項 1 5 に記載の偏光面光源を具備することを特徴とする表示装置。

【書類名】明細書

【発明の名称】有機エレクトロルミネッセンス素子、面光源および表示装置

【技術分野】

【0001】

本発明は、発光効率、とくに発光光の外部取り出し効率にすぐれた有機エレクトロルミネッセンス素子と、この有機エレクトロルミネッセンス素子を使用した高効率な（偏光）面光源と、これを具備する（液晶）表示装置とに関する。

【背景技術】

【0002】

電極間に発光層を設け、電氣的に発光を得るエレクトロルミネッセンス素子や発光ダイオードは、ディスプレイ表示装置としての利用はもちろん、平面型照明、光ファイバー用光源、液晶ディスプレイ用バックライト、液晶プロジェクタ用バックライトなどの各種光源としても、盛んに研究開発が進んでいる。

とくに、有機エレクトロルミネッセンス素子は、発光効率、低電圧駆動、軽量、低コストという点ですぐれており、近年、注目を浴びている。これらの光源用途で最大の関心事は発光効率の向上であり、蛍光灯に匹敵する発光効率を目標として、素子構成、材料、駆動方法、製造方法などの改良が検討されている。

【0003】

しかし、有機エレクトロルミネッセンス素子のように、発光層自体から発光を取り出す固体内発光素子では、発光層の屈折率と出射媒質との屈折率により決まる臨界角以上の発光光は全反射し内部に閉じ込められ、導波光として失われる。

古典論的な屈折の法則（スネルの法則）による計算では、発光層の屈折率を  $n$  としたとき、発生した光が外部に取り出される光取り出し効率  $\eta$  は、 $\eta = 1 / (2n^2)$  で近似される。仮に発光層の屈折率が 1.7 であると、 $\eta \approx 17\%$  程度となり、80% 以上の光は導波光として素子側面方向の損失光として失われる。

【0004】

また、有機エレクトロルミネッセンス素子は、電極から注入された電子・正孔の再結合により生成する励起子のうち、発光に寄与するのは 1 重項励起子のみであり、その生成確率は  $1/4$  である。これだけを考慮しても、効率は 5% 以下と極めて低い。

近年、発光層自体の発光効率を上げる方法として、3 重項励起子からの燐光からも発光が得られる発光材料の開発（特開 2001-313178 号公報）も進んでおり、量子効率を飛躍的に向上できる可能性も見い出されている。

しかし、仮に量子効率を向上できても、取り出し効率としてはそれに乗ずる形で発光効率を低下させてしまう。言い換えると、取り出し効率を改善できれば、相乗効果として飛躍的に発光効率を向上できる余地が残されている。

【0005】

このように、導波光を外部に取り出すには、発光層と出射面との間に反射・屈折角を乱れさせる領域を形成し、スネルの法則を崩して、本来導波光として全反射される光の伝送角を変化させてやるか、発光自体に集光性を持たせる必要がある。しかし、導波光をすべて外部に出射させる領域を形成するのは容易でなく、このため、できるだけ多くの導波光を取り出す提案がなされている。

【0006】

たとえば、取り出し効率を改善する方法として、基板自体に集光性を持たせることで取り出し効率を向上させる方法（特開昭 63-314795 号公報）や、発光層をディスコチック液晶で形成し、発光光自体の正面指向性を向上させる方法（特開平 10-321371 号公報）、素子自体に立体構造や傾斜面、回折格子などを形成する方法（特開平 11-214162 号、特開平 11-214163 号、特開平 11-283751 号公報）が提案されている。しかしながら、これらの提案では複雑な構成になってしまったり、発光層自体の発光効率が低くなるなどの問題がある。

【0007】



また、比較的簡単な方法として、光拡散層を形成し、光の屈折角を変化させて全反射条件にある光を減らす方法も提案されている。

たとえば、内部と表面で屈折率の異なる屈折率分布構造を有する粒子を透明基材中に分散させた拡散板を用いる方法（特開平6-347617号公報）、透光性基体上に単粒子層を並べた拡散部材を用いる方法（特開2001-356207号公報）、発光層と同じ材質中に散乱粒子を分散させる方法（特開平6-151061号公報）などが、数多く提案されている。これらの提案は、散乱粒子の特性、分散マトリックスとの屈折率差、粒子の分散形態、散乱層の形成場所などに特徴を見出したものである。

#### 【0008】

ところで、有機エレクトロルミネッセンス素子は、電界を印加することで、陽極より注入された正孔と陰極より注入された電子とが再結合して励起子となり、蛍光物質（または燐光物質）が発光する原理を利用したものである。よって、量子効率を上げるためには、この再結合が効率良く行われる必要がある。その方法として一般的に行われるのが、素子を積層構造とする方法であり、その例として、正孔輸送層／電子輸送性発光層の2層型、正孔輸送層／発光層／電子輸送層の3層型などがある。また、効率を上げるために、ダブルヘテロ構造とするような積層型素子も多数提案されている。

#### 【0009】

このような積層構造の場合、再結合はある領域で、ほぼ集中して起こる。たとえば、2層型の有機エレクトロルミネッセンス素子では、図12に示すように、支持基板1上で反射性電極3と透明電極2とからなる一対の電極間に挟持された正孔輸送層4と電子輸送性発光層5の界面層から、約10nm程度電子輸送性発光層側の領域6で集中的に発生する（Takuya, Ogawa et al, 「IEICE TRANS ELECTRON」 Vol. E85-C, No. 6, p. 1239, 2002の報告）。

また、発光領域6で発生する光は全方向に放射される。その結果、図13に示すように透明電極2側の光取り出し面方向に放射した光と、反射性電極3側に放射し反射されて光取り出し面方向に放射される光に光路差が生じる。

#### 【0010】

図13において、通常、有機エレクトロルミネッセンス素子の電子輸送性発光層の厚さは数十～百数十nmであり、可視光波長のオーダーである。したがって、最終的に外部に出射する光は干渉を起こし、発光領域と反射電極との距離dにより強め合ったり弱め合ったりする。また、図13では正面方向の放射光のみを記述しているが、実際には斜め方向の光も存在し、距離dと発光波長λによっては、放射光の角度により干渉条件が異なる。その結果、正面方向の光は強め合い、広角度方向の光は弱め合う場合や、その反対の場合が起こりうる。すなわち、発光輝度が視角度により変化する。

もちろん、距離dが大きくなると、角度により顕著に光の強度が変化することになる。よって、通常は正面方向の光が互いに強め合うように、距離dが発光波長のおよそ1/4波長の長さとなるように膜厚が設定される。

#### 【0011】

また、距離dが、たとえば50nm程度より薄いと、通常金属が用いられる反射性電極では、光の吸収が顕著になり、発光強度の低下と強度分布にも影響が現れる。すなわち、有機エレクトロルミネッセンス素子では、発光領域と反射性電極との間の距離dにより、放射光分布が顕著に変化し、導波光成分もそれに伴い大きく変化する。さらに、この種の素子の発光スペクトルは、比較的広い波長にわたりブロードな特性をもっている。したがって、距離dにより強め合う波長域が変化する結果、発光ピーク波長が変化する。また、距離dによっては、発光スペクトルも視角度により変化する。

#### 【0012】

これらの問題を解決するために、視角により発光色が異なる現象を抑制するように、膜厚を選定する提案がなされている（特許文献1参照）。しかしながら、この提案には、導波光に関する記述はなく、この提案で発光色の視角依存性が抑制できる膜厚は、後述する本発明の範囲とは明らかに異なるものである。

## 【0013】

以上の理由より、発光光のうち約80%は導波光として素子内部に閉じ込められているという古典論的な計算では、積層型の有機エレクトロルミネッセンス素子の外部取り出し効率は正しく見積もれないことになる。すなわち、導波光成分も、素子構成により顕著に変化しているのである。たとえば、M. H. Luらの報告(J. Appl. Phys., Vol. 91, No. 2, p. 595, 2002)によれば、マイクロキャビティー効果を考慮した量子論的計算手法により、素子構成による導波光成分の変化について詳細な研究がなされている。

したがって、全反射条件を崩すべく、光拡散層などを形成しても、古典論から期待されるほど大きな効果が得られない場合も起こりうる。

## 【0014】

また、これらの有機エレクトロルミネッセンス素子を液晶表示装置用のバックライト光源として用いる場合、素子から放射される発光光は自然光であるため、液晶表示に際しては、それらを偏光板を介して直線偏光に変換する必要がある。その結果、偏光板による吸収ロスを生じることになり、光の利用効率を50%を超える値とすることができないという問題があった。したがって、上記の方法により、効率良く導光光を取り出しても、その半分以上は偏光板にて吸収されてしまう。

## 【0015】

このような問題を改善する方法として、配向膜上に有機エレクトロルミネッセンス素子層を形成し、発光光自体を直線偏光発光として取り出す提案がなされている(特許文献2参照)。しかしながら、この提案により偏光板での吸収ロスは最大で1/2に低減できるものの、有機薄膜を配向させるための配向膜などの挿入により、素子の発光効率が低下するおそれがある。また、全反射による導波光に関しては、従来の素子と同様に、なんら改良されていない。

## 【0016】

また、本件出願人は、偏光散乱フィルムを介して有機エレクトロルミネッセンス素子による発光を出射させる方法を提案している(特許文献3参照)。この提案は、光散乱により導波光として失われている光が取り出され、かつ出射光は直線偏光リッチな偏光として取り出されるため、偏光板での吸収ロスを低減でき、液晶表示装置用の光源として高効率な偏光面光源を提供することができる。

しかしながら、この提案では、たとえば前記した発光領域と反射性電極との距離による干渉の影響と導波光の関係については言及されておらず、液晶表示装置用の光源として、その効果を最大限に引き出せるものとはいえない。

## 【0017】

また、液晶表示装置において、バックライト光の偏光板での吸収ロスを低減する方法として、反射型偏光子からなる偏光分離層を使用する方法が知られており(特許文献4, 5参照)、これを有機エレクトロルミネッセンス素子に適用する提案もなされている(特許文献6, 7参照)。

しかしながら、有機エレクトロルミネッセンス素子において、発光領域と反射性電極との距離による干渉の影響と導波光の関係について、詳しく研究し、そのうえで反射型円偏光子と組み合わせるなどして、発光効率を最大限に引き出せるような提案は未だなされていない。したがって、偏光を利用した液晶表示装置用に最適な高効率な偏光面光源の提供が切望されているのが現状である。

## 【0018】

【特許文献1】特開平5-3081号公報(第2~4頁)

【特許文献2】特開平11-316376号公報(第2~5頁)

【特許文献3】特開2001-203074号公報(第2~6頁)

【特許文献4】特開平4-268505号公報(第2~6頁)

【特許文献5】特開平8-271892号公報(第2~5頁)

【特許文献6】特開2001-244080号公報(第2~4頁)

【特許文献7】特開2001-311826号公報（第2～3頁）

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0019】

本発明は、上記のような事情に照らし、有機エレクトロルミネッセンス素子において、従来、素子内部に導波光として閉じ込められていた損失光を、効率良く取り出し、外部取り出し効率にすぐれた有機エレクトロルミネッセンス素子を提供すること、また液晶表示装置のバックライト光源などとして用いる場合、上記損失光を偏光光として効率良く取り出すことができ、偏光板での吸収を最小限に抑えることができる高効率な有機エレクトロルミネッセンス素子を提供することを目的とする。さらに、本発明は、これらの有機エレクトロルミネッセンス素子を用いた高効率な面光源ないし偏光面光源と、これを具備する液晶表示装置などの表示装置を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0020】

本発明者らは、上記の課題を解決するために、鋭意検討を重ねた結果、以下のような知見を得た。この知見について、図9を用いて説明する。同図は、図12に示した2層型の有機エレクトロルミネッセンス素子に関して、その発光領域6からの発光光が外部に出射される場合の模式図を、上半球面のみについて、示したものである。実際には、反射性電極3方向の発光光も存在するが、ここでは省略している。

【0021】

図9において、支持基板（ガラス基板）1の屈折率と空気層の屈折率差により決まる臨界角は約40度である。つまり、40度より大きな角度の光は、ガラス／空気界面で全反射し、導波光として素子内部に閉じ込められる。紙面上では40度／90度、すなわち、45%近くの光は、外部に出射するように見えるが、実際の発光は全方位に放射される。このため、立体角の関係から、より広角度の成分になるほどその光量は大きくなる。古典論的計算で発光効率が20%以下と算出されるのはそのためである。

また、実際の有機エレクトロルミネッセンス素子では光の干渉効果が起こる。これに対し外部に出射できる正面方向の光が強め合うように素子構成を決定するのが普通である。この場合、導波光は逆に弱め合うように干渉するため、この素子構成に反射・屈折角に乱れを生ずる領域を形成しても、大きな輝度向上効果は望めない。

【0022】

しかるに、本発明者らは、わざと正面方向の光は弱めあい、通常は導波光として素子内部に閉じ込められる広角度成分の光を強め合うように素子構成を決定し、大部分の光量が分布する導波光を増幅した上で反射・屈折角に乱れを生ずる領域を形成してみたところ、上記従来の方法に比べ、発光効率が顕著に高められることがわかった。つまり、反射・屈折角に乱れを生ずる領域を設けない場合、発光効率がかえって低下する素子構成を形成した上で、上記領域を設けると、従来の素子構成に上記領域を設ける場合よりも、高効率な有機エレクトロルミネッセンス素子が得られることがわかった。

また、このような構成とした有機エレクトロルミネッセンス素子を、液晶表示装置のバックライト光源用などとして利用する際には、偏光板により吸収される光を反射型偏光子を用いて低減する構成とすることにより、偏光板での吸収が最小限に抑えられた高効率な偏光面光源および液晶表示装置が得られることもわかった。

【0023】

さらに、本発明者らは、上記の反射・屈折角に乱れを生ずる領域を設ける場合に、この領域として、とくに透光性樹脂中に複屈折特性の相違する微小領域を分散分布させた偏光散乱性部位を設けるようにすると、上記した反射型偏光子を用いることなく、素子内部に閉じ込められる導波光を偏光光として効率良く取り出せることもわかった。すなわち、図9に示す有機エレクトロルミネッセンス素子において、支持基板（ガラス基板）1上の光取り出し面側、つまり透明電極2とは反対面側に、透光性樹脂中に複屈折特性の相違する微小領域を分散分布させた偏光散乱性部位を実質的に空気層を介することなく形成して、

このときの発光領域 6 からの発光光の外部への出射の様子を調べてみた。

【0024】

発光光のうち、紙面上半球の光は透明電極、ガラス基板を通過し、偏光散乱性部位に入射する。また、下半球の光は陰極により反射されたのち、同様に偏光散乱性部位に入射する。この過程で屈折率の低い空気層（屈折率＝1）が介在しないため、発光光は全反射を受けることなく偏光散乱性部位に入射できる（ただし、透明電極やガラス基板の屈折率によっては、一部の光が全反射される場合がある）。図 9 に示すように、通常の素子では、ガラス基板の屈折率と空気層の屈折率差により決まる臨界角以上の角度の光は全反射して導波光として失われ、通常の 20% 程度しか外部に出射されない。

【0025】

全反射することなく偏光散乱部位に入射した発光光の大部分は、偏光散乱性部位と空気界面との屈折率差により全反射され、偏光散乱部位内を伝送する。この伝送光は、偏光散乱部位内で微小領域との最大屈折率差（ $\Delta n_1$ ）を示す軸方向（ $\Delta n_1$  方向）に平行な振動面を有する直線偏光成分が選択的に強く散乱され、その一部が全反射角よりも小さい角度となり、外部（空気）へ出射する。ちなみに、微小領域が存在せず選択的な偏光散乱が起きない場合、発光光は、立体角の関係上、約 80% が閉じ込められ、全反射を繰り返している状態である。閉じ込められた光は、微小領域と透光性樹脂との界面での散乱にて全反射条件が壊されたときのみ外部に出射するため、微小領域のサイズや存在の程度により出射の効率を任意に制御可能である。

【0026】

一方、前記の  $\Delta n_1$  方向の散乱で大きい角度で散乱された光と、 $\Delta n_1$  方向条件を満足したが散乱を受けなかった光と、さらに  $\Delta n_1$  方向以外の振動方向を有する光は、偏光散乱性部位内に閉じ込められて全反射を繰り返しつつ伝送され、複屈折位相差などにより偏光状態も解消されて前記の  $\Delta n_1$  方向条件を満足して出射する機会を待つ。この繰り返しのにより、偏光散乱性部位より所定振動面の直線偏光が効率よく出射される。すなわち、最終的に本来導波光として閉じ込められている光を直線偏光成分として取り出すことが可能になる。よって、この方法によると、マイクロレンズや反射ドットなどの特別な光出射手段を形成することなく、発光光を直線偏光成分がリッチな偏光光として、効率よく外部へ出射させることができる。また、偏光散乱性部位の設置角度により直線偏光の振動方向を任意に変えることができる。したがって、液晶表示装置用のバックライトに用いる場合、消費電力を低減することが可能となる。

【0027】

このようにわざと正面方向の光は弱めあい、通常は導波光として素子内部に閉じ込められる広角度成分の光を強め合うように素子構成を決定し、立体角の関係上、大部分の光量が分布する広角度の光を増幅した上で、上記した偏光散乱性部位を空気層を介することなく一体形成すると、従来の方法に比べ、発光効率を高められることがわかった。つまり、通常の素子ではかえって発光効率が低下するが、偏光散乱性部位と組み合わせると、発光光を効率良くしかも直線偏光リッチな偏光光として外部に取り出せ、最終的に液晶表示装置用のバックライトなどに用いる場合、飛躍的に発光効率を向上できる。

【0028】

また、有機エレクトロルミネッセンス素子の最大の欠点として、微量の湿気、酸素により素子が劣化し、発光効率の低下はもちろん、微小な欠陥を起点にダークスポットが発生するという問題がある。ダークスポットについては、J. McElvain らによる報告（J. Appl. Phys. Vol. 80, No. 10, p. 6002, 1996）などに詳細に記載されている。この問題を防ぐため、通常は素子を完全に封止しているが、それでもダークスポットの発生を完全に防止することは容易でない。このダークスポットは面光源や表示装置としての外観、視認性を著しく低下させる。

しかしながら、上記のように偏光散乱性部位を形成すると、多少のダークスポットが発生しても、最終的に観測者側に出射する光は、偏光散乱性部位内にて幾度も散乱されて、外部に出射するため、ダークスポットの発生による視認性の低下がほとんど気にならなく

なるという、非常にすぐれた効果が奏される。

#### 【0029】

本発明は、以上の知見にもとづいて、完成されたものである。

すなわち、本発明は、発光層を含む少なくとも1層の有機層とこれを挟持する少なくとも一方が透明電極である陽極電極と陰極電極とからなる一対の電極が、光取り出し面から観測者側に放射される発光光の正面輝度値と50度～70度方向の輝度値が、式(1)；正面輝度値<50度～70度方向の輝度値、の関係を満たすように形成されてなる有機エレクトロルミネッセンス素子において、発光光が発光層から透明電極を介して観測者側に射出するまでの間に、光の反射・屈折角に乱れを生じさせる領域が、実質的に空気層を介することなく設けられていることを特徴とする有機エレクトロルミネッセンス素子（以下、単に有機EL素子という）に係るものである。

また、本発明は、上記構成の有機EL素子のとくに好ましい態様として、陽極電極と陰極電極とのうちの一方が透明電極で、他方が反射性電極であり、正孔と電子の再結合発光領域の略中心部と反射性電極との距離を $d$  (nm)、発光層に用いている材料の蛍光発光スペクトルのピーク波長を $\lambda$  (nm)、発光層と反射性電極との間の有機層の屈折率を $n$ としたときに、式(2)； $(0.3/n)\lambda < d < (0.5/n)\lambda$ 、の関係を満たす有機EL素子に係るものである。

#### 【0030】

さらに、本発明は、光の反射・屈折角に乱れを生じさせる領域が、透明材料中にこれとは屈折率の異なる透明材料または不透明材料を分散分布させた光拡散性部位からなる上記構成の有機EL素子と、光の反射・屈折角に乱れを生じさせる領域が、レンズ構造からなる上記構成の有機EL素子と、光の反射・屈折角に乱れを生じさせる領域が、凹凸面からなる上記構成の有機EL素子に係るものである。

また、本発明は、上記各構成の有機EL素子を具備することを特徴とする面光源とこの面光源を具備することを特徴とする表示装置に係るものである。

#### 【0031】

また、本発明は、光の反射・屈折角に乱れを生じさせる領域より観測者側に反射型偏光子を有する上記構成の有機EL素子に係るものである。とくに、上記の反射型偏光子が、コレステリック液晶層からなる反射型円偏光子である上記構成の有機EL素子と、上記の反射型偏光子が、屈折率の異なる少なくとも2種の材料を多層積層してなる反射型直線偏光子である上記構成の有機EL素子に係るものである。さらに、本発明は、面内には屈折率異方性を持たず、その面内屈折率よりも厚さ方向の屈折率が大きい光学補償層が設けられている上記各構成の有機EL素子に係るものである。

また、本発明は、上記各構成の有機EL素子を具備することを特徴とする偏光面光源に係るものである。さらに、本発明は、上記の偏光面光源を具備することを特徴とする液晶表示装置などの表示装置に係るものである。

#### 【0032】

また、本発明は、光の反射・屈折角に乱れを生じさせる領域が、透光性樹脂中に複屈折特性の相違する微小領域を分散分布させた偏光散乱性部位からなる前記構成の有機EL素子に係るものである。とくに、上記の偏光散乱性部位における微小領域が、液晶性材料、液晶相を過冷却固定したガラス状態材料または重合性液晶の液晶相をエネルギー線により架橋固定した材料のいずれかから構成されている上記構成の有機EL素子と、上記の偏光散乱性部位が、透光性樹脂中にこの樹脂のガラス転移温度よりも低温でネマチック液晶相を呈するガラス転移温度が50℃以上の液晶ポリマーからなる微小領域を分散含有させてなる上記構成の有機EL素子に係るものである。さらに、本発明は、上記の偏光散乱性部位が、微小領域とそれ以外の部分との間で、微小領域の各光軸方向における屈折率差 $\Delta n_1$ 、 $\Delta n_2$ 、 $\Delta n_3$ が最大値を示す軸方向( $\Delta n_1$  方向)において0.03～0.5( $\Delta n_1$ )であり、この軸方向と直交する2軸方向( $\Delta n_2$  方向、 $\Delta n_3$  方向)において0.03以下である上記各構成の有機EL素子に係るものである。

また、本発明は、上記各構成の有機EL素子を具備することを特徴とする偏光面光源に

係るものである。さらに、本発明は、上記の偏光面光源を具備することを特徴とする液晶表示装置などの表示装置に係るものである。

#### 【発明の効果】

##### 【0033】

本発明では、反射・屈折角に乱れを生じさせる領域を形成する前は発光効率が低い、本来素子内部に閉じ込められる導波光成分を増幅し、これに反射・屈折角に乱れを生じさせる領域を形成して、導波光成分を外部に取り出す構成としたことにより、最終的に出射光量を増加でき、高効率な有機EL素子を提供できる。

また、上記反射・屈折角に乱れを生じさせる領域として、偏光散乱性部位を形成することにより、出射光量を増加させうるうえに、その光を直線偏光リッチな偏光光として取り出すことができるので、液晶表示装置に用いられる偏光面光源として応用するにあたり、極めて高効率な有機EL素子を提供できる。

また、上記反射・屈折角に乱れを生じさせる領域として、光拡散層やレンズ構造などを形成したうえで、さらに反射型偏光子を設置することにより、導波光成分の半分以上を偏光光として出射可能であり、液晶表示装置に用いられる偏光面光源に応用するにあたり、高効率な有機EL素子を提供できる。

このため、本発明により消費電力を大幅に低下でき、素子に流す電流を少なくできるので、素子の長寿命化をはかれる。また、有機EL素子の外部取り出し効率を向上できるので、有機EL材料や電極材料などが進歩して内部量子効率が向上すれば、それに乗じた形で発光効率が増加し、本発明の効果がより一層得られるようになる。

#### 【発明を実施するための最良の形態】

##### 【0034】

以下、本発明の実施の形態について、図面を参考にして、説明する。

図1は、本発明の2層型の有機EL素子の一例を示したものである。この素子は、基本構成として、支持基板1上に透明電極2、正孔輸送層4、電子輸送性発光層5および反射性電極3が順次積層された構成を有している。

つまり、上記の正孔輸送層4および電子輸送性発光層5からなる有機層が透明電極2と反射性電極3とからなる一対の電極間に挟持された構成を有しており、動作時には正孔輸送層4と電子輸送性発光層5の界面層から約10nm程度電子輸送性発光層側の領域で再結合が生じ、図示される発光領域6で集中して発光が生じる。

なお、この2層型とは異なる、たとえば、正孔輸送層／発光層／電子輸送層の3層型の有機EL素子では、電極間に電圧を印加すると、陽極からは正孔が、陰極からは電子が注入され、これらがそれぞれのキャリア輸送層を移動し発光層にて再結合して励起子が発生し、上記と同様にEL発光が生じる。

##### 【0035】

また、本発明では、上記の基本構成として、とくに、正面方向の発光光は弱め合うが、素子内部に閉じ込められる導波光は強め合うような構成とされている。このことを、図2の特性図を用いて、説明する。

図2は、上記の基本構成のみからなる（すなわち、後述する反射・屈折角に乱れを生ずる領域を設ける前の）有機EL素子の輝度の角度分布を、正面0度から80度まで、10度おきに測定した特性図を示したものである。図中、曲線aは本発明のもの、曲線bは従来のものである。

ただし、基本構成中、透明電極2の厚さは100nm、正孔輸送層4の厚さは50nmであり、電子輸送性発光層5の厚さは、140nm（本発明のもの）および60nm（従来のもの）となっている。また、素子に流す電流は上記本発明のものと従来のもので同じとなるように、電圧を印加して測定してある。

##### 【0036】

この図2から明らかなように、従来のは、正面輝度値、つまり正面0度方向の輝度値が高く、しかも比較的広い角度範囲にわたって輝度値がおよそ一定であり、完全拡散型の好ましい輝度分布を示している。これに対して、本発明のものは、正面輝度値が低く、



かつ広角度になるほど輝度が高くなる特性を示している。つまり、本発明のものは、輝度の角度依存性において、式(1)；正面輝度値 $<50^\circ \sim 70^\circ$ 方向の輝度値、の関係を満たすように構成されている。

なお、この関係は、上記の例では、電子輸送性発光層5の厚さの違いにより、達成しているが、発光層5を含む有機層と一対の電極との材料や厚さなどを適宜選択することにより、任意に達成できるものである。

#### 【0037】

また、本発明のより好ましい態様として、正孔と電子の再結合発光領域6の略中心部と反射性電極3との距離を $d$ 、発光層（この場合は電子輸送性発光層5）に用いている材料の蛍光発光スペクトルのピーク波長を $\lambda$ 、発光層と反射性電極3の間の有機層（この場合は電子輸送性発光層5）の屈折率を $n$ としたときに、式(2)； $(0.3/n)\lambda < d < (0.5/n)\lambda$ 、の関係を満たすように、構成されているのがよい。

たとえば、上記の例で、電子輸送性発光層5の蛍光発光のピーク波長が $540\text{ nm}$ の緑色光であり、その屈折率が $1.65$ であれば、上記距離 $d$ は $98.2 \sim 163.6\text{ nm}$ の範囲となるようにされているのが、望ましい。

#### 【0038】

本発明においては、このように式(1)を満たし、また好ましくは式(2)を満たす基本構成としたうえで、さらに発光層と観測者側の出射媒質との間に光の反射・屈折角に乱れを生じさせる領域7を設けたことを特徴とする。

すなわち、本来、導波光として閉じ込められる光は上記領域7に入射すると、その伝送角が変化し、この伝送角が全反射角よりも小さい角度に変化した光は素子外部に出射し、そうでない光も素子内を繰り返して反射し散乱する間に素子外部に出射する。これにより、目的とする高い発光効率を得られるものである。

#### 【0039】

なお、式(1)または式(2)を満足させるために、通常有機層に用いられる厚みより幾分厚い有機層を形成する必要がある場合がある。その際、膜厚が厚くなるため、欠陥や電極の微小な凹凸などに起因した電氣的な短絡が軽減され、歩留りが向上する利点がある反面、膜厚の増加に伴い素子抵抗が増加し、動作電圧が増加する問題がある。つまり、単位電流あたりの効率( $\text{cd/A}$ )は向上しても、単位電力あたりの全光束量( $\text{lm/W}$ )は従来技術と同等か、場合により却って低下する場合が起こりうる。

これを回避するには、たとえば、特開2000-182774号公報やこれに引用されている文献に開示されているように、アルカリ金属イオン、アルカリ土類金属イオン、希土類金属イオンなどを含有する金属有機錯体化合物と有機EL材料とを混合させるなどして、有機層の電気抵抗を低減させ、動作電圧の上昇を抑えて膜厚を厚くする方法を適用すればよい。その混合層に加える金属錯体を代表とするドーバント材料やその混合方法についてはとくに限定はなく、適宜の方法を採用することができる。このような方法により、動作電圧を上昇させることなく、本発明の効果を得ることができるため、電流効率と同様、電力効率も向上させることが可能である。

#### 【0040】

また、上記の式(2)は、有機EL素子の発光色が1色の場合であるが、赤色、緑色、青色など複数の発光材料からEL発光を利用した白色素子であっても、本発明の効果は十分に発揮される。もちろん、青色と黄色の混色による白色発光光などの組み合わせでもよいし、混色による白色以外の任意の発光色についても適用可能である。たとえば、赤色、緑色、青色の3色の混色である場合、すべての発光色で本発明の式(2)を満足させることは不可能である。したがって、たとえば、3色のうち、最も発光効率の悪い色の波長 $\lambda$ に式(2)の波長 $\lambda$ を適用することで、全体的な発光効率を向上させることができるし、それぞれの発光スペクトルなどから、適宜最適の構成を選択し、式(1)を満たすように有機EL素子を作製すればよい。用いる白色素子の構成は、たとえば、発光層のホスト材料に赤色、緑色、青色の色素をドーピングしたり、発光層をそれぞれ赤色、緑色、青色の3層に分離させたりするなど、従来の技術にて行うことができる。なお、3層に分離させ

る場合は、すべての発光色に対して式(2)を満足させることも可能である。

#### 【0041】

さらに、本発明では、反射・屈折角に乱れを生じさせる領域を形成する前に、外部から測定した輝度値が式(1)のような角度分布を持っていることが肝要なのであり、反射・屈折角に乱れを生じさせる領域を形成したのちの輝度値がどのような角度分布を持っていてもなんら問題はない。たとえば、広範囲を照らす照明に用いる場合は均一な角度分布を持つのが好ましいし、携帯電話やモバイル機器に用いられる液晶表示装置用バックライトに用いる場合は、広角度の輝度より正面方向の輝度分布が大きい方が好ましい。この場合は、適宜プリズムシートなどを設置すればよい。

なお、拡散層などがあらかじめ一体化された基板や基板自体に拡散性のある基板上に、有機EL層を形成する場合、拡散層形成前の輝度分布を知ることはできないが、それと同じ条件で通常の拡散性のない基板上に有機EL層を形成すれば、本発明に適した素子かどうかを容易に調べることができるし、透過型電子顕微鏡で断面観察するなどして、その積層構成や各層の膜厚などがわかれば、ある程度輝度の角度分布を予想できる。

#### 【0042】

本発明において、光の反射・屈折角に乱れを生じさせる領域7は、基本的に、全反射角以上の角度にある光の伝送角を効率良く全反射角以下の伝送角に乱すことができ、素子内部に閉じ込められている導波光をより多く外部に出射できるように形成されているほど、前記効果が得られるので、望ましい。なお、この領域7は、発光層との間に空気層を介することなく、形成されていることが必要である。何故なら、発光層から領域7までの間に空気が存在すると、発光光が領域7に入射する前にその界面で全反射による光の閉じ込めが起こり、本発明の効果が発現できなくなるためである。

#### 【0043】

このような光の反射・屈折角に乱れを生じさせる領域7の形成方法には、とくに限定はなく、従来より提案されているものをそのまま応用できる。

たとえば、透明材料中にこれとは屈折率の異なる透明材料または不透明材料を分散分布させた光拡散性部位を形成すればよい。具体的には、ガラスやポリマー中にシリカ粒子、チタニア粒子、ジルコニア粒子、プラスチック粒子、液晶粒子、気泡などを分散分布させたものなどが挙げられる。これらの屈折率および屈折率差や粒子の粒径などには、とくに限定はないが、光散乱を生じさせるという点より、粒径としては0.1~10 $\mu$ m、屈折率差としては0.05以上であるのが好ましい。

#### 【0044】

また、レンズ構造も好適に用いることができる。レンズ構造とは同心円状、互いに平行な複数本の線状、格子状などに配列ないし形成された複数のレンズ、プリズム、V字溝などによって、直進する光の方向を変化させる薄型板状透明物質を意味する。具体的には、レンチキュラーレンズシート、フレネルレンズシート、コーナーキューブレレンズシート、ハエの目レンズシート、猫の目レンズシート、二重ハエの目レンズシート、二重レンチキュラーレンズシート、放射状レンチキュラーレンズシート、プリズムレンズフィルム、マイクロプリズムレンズフィルムなどや、これらレンズシートの凸面を凹面に変えてなるレンズシート、透明球または半透明球を面状に並べたものなどが挙げられる。また、V字溝などの溝を彫ることによって光の方向を変化させたものでもよい。レンズシートの材質はガラスであってもよいし、樹脂であってもよい。

#### 【0045】

さらに、支持基板表面や各界面に物理的な凹凸面を形成してもよい。この凹凸面はどんな凹凸構造であってもよく、たとえば1mmオーダーの構造から100nmオーダーの構造まで、すべてが含まれる。具体的には、支持基板表面を艶消し処理したり、有機層(ポリマー層)表面に周期的な凹凸構造を熱転写するなどして形成したり、半導体製造プロセスを応用し、リアクティブイオンエッチング法などにより数百nmオーダーの凹凸構造、すなわちフォトリソグラフィ結晶構造なども、好適に適用できる。また、凹凸構造の形状も任意であり、規則正しく配列した周期構造であっても、ランダムな構造であってもよい。そのピ



ッチやアスペクト比も、とくに限定はなく、素子内部に閉じ込められる導波光を効率良く外部に取り出しうる構造であれば、適宜採用できる。

#### 【0046】

また、このような光の反射・屈折角に乱れを生じさせる領域7の形成位置についても、とくに限定はなく、任意の位置に形成できる。たとえば、支持基板1の表面に粘着剤や接着剤を介して拡散フィルムを貼り合わせたり、支持基板1自体に光拡散性を持たせてもよく、また透明電極2と支持基板1の間に形成してもよい。発光面積が比較的大きい照明用途に用いる場合は、基板表面に形成すればよいが、表示装置のように発光面積が小さくなる場合は、発光層と反射・屈折角に乱れを生じさせる領域との伝送距離による視差を低減するため、できるだけ発光層近傍に形成するのが好ましい。

#### 【0047】

つぎに、本発明においては、上記の光の反射・屈折角に乱れを生じさせる領域として、図3に示すように、透光性樹脂中に複屈折特性の相違する微小領域を分散分布させた偏光散乱性部位70を形成することができる。すなわち、図1に示す有機EL素子と同様に、式(1)を満たし、また好ましくは式(2)を満たす基本構成としたうえで、発光光が電子輸送性発光層5から透明電極2を介して観測者側に出射するまでの間、ここでは、支持基板1の光取り出し面側に、光の反射・屈折角に乱れを生じさせる領域として、上記した透光性樹脂中に複屈折特性の相違する微小領域を分散分布させた偏光散乱性部位70を、実質的に空気層を介することなく、形成する。

#### 【0048】

この構成により、本来、導波光として閉じ込められる光は、偏光散乱性部位70に入射するとその伝送角が変化し、この伝送角が全反射角よりも小さい角度に変化した光は素子外部に出射し、そうでない光も素子内を繰り返して反射し散乱する間に素子外部に出射して、目的とする高い発光効率を得られる。この偏光散乱性部位70によると、発光光を直線偏光成分がリッチな偏光光として出射でき、また偏光散乱性部位70の設置角度によって直線偏光の振動方向を任意に変えることができるので、液晶表示装置用のバックライトに用いる場合に、消費電力を著しく低減できるなど、すぐれた効果が奏される。

#### 【0049】

図3において、偏光散乱性部位70は、直接、支持基板1に形成されているが、透明な粘着剤や接着剤を介して、貼り合わせてもよい。その際、有機EL素子の発光光を極力全反射により失わないように、各層の屈折率を考慮して、これらの粘着剤や接着剤の屈折率を調整することが好ましい。たとえば、粘着剤の屈折率は、支持基板1の屈折率より高くかつ偏光散乱性部位70の透光性樹脂の屈折率より小さくしておくのが好ましい。そうすることで、支持基板/粘着剤の界面および粘着剤/偏光散乱性部位の界面で全反射は起こらず、効率よく偏光散乱性部位に発光光を入射できる。

ただし、上記した粘着剤や接着剤の屈折率は、必ずしも上記関係を満足していなくてもよい。その屈折率差が0.1程度かそれ以下であれば、本発明の前記の効果を著しく低下させる心配はないものである。

なお、上記の偏光散乱性部位70は、図3とは異なり、支持基板1と透明電極2との間に形成するようにしてもよい。偏光散乱性部位70上に支持基板1(ガラス基板)があっても、本発明の前記効果は同様に奏されるものである。

#### 【0050】

偏光散乱性部位70の形状は、少なくとも2面の対向するフラットな面を有していればとくに制限はないが、偏光面光源としての利用や全反射の効率から、フィルム状やシート状、プレート状の形状であるのがよく、中でも、取り扱い性の容易性などより、フィルム形状であるのが望ましい。厚さとしては10mm以下が好ましく、0.1~5mmであるのがより好ましく、0.4~2mmであるのが最も好ましい。

対向する2面の平滑性は、全反射による発光光の閉じこめ効率の点より、鏡面に近いほどよい。対向する2面が平滑性に乏しい場合、別途、平滑性にすぐれた透光性のフィルムやシートを透明な接着剤や粘着剤で貼り合わせ、全反射界面を貼り合わせた透光性のフイ

ルムやシートの平滑な表面とすることでも同様の効果が得られる。

#### 【0051】

偏光散乱性部位 70 の形成は、たとえば、ポリマー類や液晶類などの透明性にすぐれる適宜の材料の 1 種または 2 種以上を、延伸処理などによる適宜な配向処理で複屈折性が相違する領域を形成する組み合わせで用いて配向フィルムを得る方式などの適宜の方式で行うことができる。ちなみに、上記組み合わせの例としては、ポリマー類と液晶類の組み合わせ、等方性ポリマーと異方性ポリマーの組み合わせ、異方性ポリマー同士の組み合わせなどが挙げられる。微小領域の分散分布性などの点より、相分離する組み合わせが好ましく、組み合わせる材料の相溶性により、分散分布性を制御することができる。相分離は、たとえば、非相溶性の材料を溶媒にて溶液化する方式や、非相溶性の材料を加熱熔融下に混合する方式などの適宜の方式で行うことができる。

#### 【0052】

上記組み合わせで延伸方式により配向処理する場合、ポリマー類と液晶類の組み合わせおよび等方性ポリマーと異方性ポリマーの組み合わせでは任意の延伸温度や延伸倍率にて、異方性ポリマー同士の組み合わせでは延伸条件を適宜に制御することにて、目的とする偏光散乱性部位を形成することができる。

なお、異方性ポリマーでは、延伸方向の屈折率変化の特性に基づいて正負に分類されるが、本発明では正負いずれの異方性ポリマーも用いることができ、正同士や負同士、または正負の組み合わせのいずれにても用いる。

#### 【0053】

上記のポリマー類の例としては、たとえば、ポリエチレンテレフタレート、ポリエチレンナフタレートなどのエステル系ポリマー、ポリスチレン、アクリロニトリル・スチレン共重合体などのスチレン系ポリマー、ポリエチレン、ポリプロピレン、シクロ系ないしノルボルネン構造を有するポリオレフィン、エチレン・プロピレン共重合体などのオレフィン系ポリマー、ポリメチルメタクリレートなどのアクリル系ポリマー、二酢酸セルロース、三酢酸セルロースなどのセルロース系ポリマー、ナイロン、芳香族ポリアミドなどのアミド系ポリマーなどが挙げられる。

#### 【0054】

また、カーボネート系ポリマー、塩化ビニル系ポリマー、イミド系ポリマー、スルホン系ポリマー、ポリエーテルスルホン、ポリエーテルエーテルケトン、ポリフェニレンスルフィド、ビニルアルコール系ポリマー、塩化ビニリデン系ポリマー、ビニルブチラール系ポリマー、アリレート系ポリマー、ポリオキシメチレン、シリコン系ポリマー、ウレタン系ポリマー、エーテル系ポリマー、酢酸ビニル系ポリマー、上記ポリマーのブレンド物、あるいはフェノール系、メラミン系、アクリル系、ウレタン系、ウレタンアクリル系、エポキシ系、シリコン系などの熱硬化型ないし紫外線硬化型のポリマー類なども、前記したポリマー類の例として挙げられる。

#### 【0055】

液晶類の例としては、たとえば、シアノビフェニル系、シアノフェニルシクロヘキサン系、シアノフェニルエステル系、安息香酸フェニルエステル系、フェニルピリミジン系、それらの混合物などの室温または高温でネマチック相やスメクチック相を呈する低分子液晶や架橋性液晶モノマー、あるいは室温または高温でネマチック相やスメクチック相を呈する液晶ポリマーなどが挙げられる。

上記の架橋性液晶モノマーは、通常は、配向処理したのち、熱や光などによる適宜の方式で架橋処理されてポリマーとされる。

#### 【0056】

耐熱性や耐久性などにすぐれる偏光散乱性部位 70 を得るには、ガラス転移温度が 50℃以上、とくに 80℃以上、中でも 120℃以上のポリマー類と、架橋性液晶モノマーないし液晶ポリマーとの組み合わせで用いるのが好ましい。

液晶ポリマーとしては、主鎖型や側鎖型などの適宜のものを使用でき、その種類に限定はない。粒径分布の均一性にすぐれる微小領域の形成性や熱的安定性、フィルムへの成形

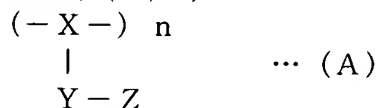
性や配向処理の容易性などの点より、好ましく使用できる液晶ポリマーは、重合度が8以上、とくに10以上、中でも15～5,000のものである。

この液晶ポリマーを用いて偏光散乱性部位を形成するには、ポリマー類の1種または2種以上と微小領域を形成するための液晶ポリマーの1種または2種以上を混合し、液晶ポリマーを微小領域の状態分散含有するポリマーフィルムを形成して適宜な方式で配向処理し、複屈折性が相違する領域を形成する方法などが用いられる。

#### 【0057】

配向処理による屈折率差 $\Delta n_1$ 、 $\Delta n_2$ の制御性などの点からは、ガラス転移温度が50℃以上で、併用するポリマー類のガラス転移温度よりも低い温度域でネマチック液晶相を呈するものが、好ましく用いられる。

具体的には、つぎの一般式(A)；



で表されるモノマー単位を有する側鎖型の液晶ポリマーが挙げられる。

このような側鎖型の液晶ポリマーは、一般式(A)で表されるモノマー単位を有するホモポリマーやコポリマーなどの適宜の熱可塑性ポリマーであればよく、モノドメイン配向性にすぐれるものが好ましい。

#### 【0058】

一般式(A)において、Xは、液晶ポリマーの主鎖を形成する骨格基であり、線状、分岐状、環状などの適宜の連結鎖で構成されたものであってよい。具体的には、ポリアクリレート類、ポリメタクリレート類、ポリ- $\alpha$ -ハロアクリレート類、ポリ- $\alpha$ -シアノアクリレート類、ポリアクリルアミド類、ポリアクリロニトリル類、ポリメタクリロニトリル類、ポリアミド類、ポリエステル類、ポリウレタン類、ポリエーテル類、ポリイミド類、ポリシロキサン類などが挙げられる。

Yは、主鎖より分岐するスペーサ基であり、屈折率制御などの偏光散乱性部位の形成性などの点より、エチレン、プロピレン、ブチレン、ペンチレン、ヘキシレン、オクチレン、デシレン、ウンデシレン、ドデシレン、オクタデシレン、エトキシエチレン、メトキシブチレンなどであるのがよい。Zは、液晶配向性を付与するメソゲン基である。

#### 【0059】

ネマチック配向性の液晶ポリマーを用いた偏光散乱性部位の形成は、ポリマーフィルムを形成するためのポリマー類と、そのポリマー類のガラス転移温度よりも低い温度域でネマチック液晶相を呈するガラス転移温度が50℃以上、とくに60℃以上、中でも70℃以上の液晶ポリマーを混合して、液晶ポリマーを微小領域の状態分散含有するポリマーフィルムを形成し、その微小領域を形成する液晶ポリマーを加熱処理してネマチック液晶相に配向させ、その配向状態を冷却固定する方法などにより、行える。

上記微小領域を分散含有するポリマーフィルム、すなわち、配向処理対象のフィルムの形成は、キャスト法、押出成形法、射出成形法、ロール成形法、流延成形法などの適宜の方式にて作製できる。モノマー状態で展開しそれを加熱処理や紫外線などの放射線処理などにより重合して、フィルム状に製膜する方式などでも行える。

#### 【0060】

微小領域の均等分布性にすぐれる偏光散乱性部位70を得る点などよりは、溶媒を介した形成材の混合液をキャスト法や流延成形法などにて製膜する方式を採用するのが好ましい。この場合、溶媒の種類や混合液の粘度、混合液展開層の乾燥速度などにより、微小領域の大きさや分布性などを適宜に制御できる。ちなみに、微小領域の小面積化には混合液の低粘度化や混合液展開層の乾燥速度の急速化などが有利である。

配向処理の対象となるフィルムの厚さは適宜に決定できるが、通常は配向処理性などの点より、1 $\mu$ m～3mm、とくに5 $\mu$ m～1mm、中でも10～500 $\mu$ mとするのがよい。フィルムの形成に際し、たとえば、分散剤、界面活性剤、色調調節剤、難燃剤、離型剤、酸化防止剤などの適宜の添加剤を配合してもよい。

## 【0061】

配向処理は、1軸や2軸、逐次2軸やZ軸などによる延伸処理方式や圧延方式、ガラス転移温度または液晶転移温度以上の温度で電場または磁場を印加して急冷し配向を固定化する方式、製膜時に流動配向させる方式、等方性ポリマーの僅かな配向に基づいて液晶を自己配向させる方式などの、配向により屈折率を制御しうる各種方式の中から、その1種または2種以上を用いて行うことができる。したがって、得られる偏光散乱性部位70は延伸フィルムであってもよいし、非延伸フィルムであってもよい。

なお、延伸フィルムとする場合には、脆性ポリマーも使用できるが、延び性にすぐれるポリマーがとくに好ましく用いる。

## 【0062】

微小領域が液晶ポリマーからなる場合、ポリマーフィルム中に微小領域として分散分布する液晶ポリマーがネマチック相などの目的とする液晶相を呈する温度に加熱して溶解させ、それを配向規制力の作用下で配向させて急冷し、配向状態を固定化する方式などでも行える。微小領域の配向状態は、可及的にモノドメイン状態にあることが光学特性のバラツキ防止などの点より、好ましい。

なお、上記配向規制力は、ポリマーフィルムを適宜の倍率で延伸処理する方式による延伸力やフィルム形成時のシェアリング力、電界や磁界などの、液晶ポリマーを配向しうる適宜の規制力を適用でき、その1種または2種以上の規制力を作用させて液晶ポリマーの配向処理を行うことができる。

## 【0063】

したがって、偏光散乱性部位における微小領域以外の部分は、複屈折性を示すものであってもよいし、等方性のものであってもよい。

偏光散乱性部位の全体が複屈折性を示すものは、フィルム形成用のポリマー類に配向複屈折性のものを用いて上記した製膜過程における分子配向などにより得ることができ、必要に応じて、たとえば延伸処理などの公知の配向手段を加えて複屈折性を付与ないし制御することができる。

微小領域以外の部分が等方性である偏光散乱性部位は、フィルム形成用のポリマー類に等方性のものを用い、そのフィルムを上記ポリマー類のガラス転移温度以下の温度領域で延伸処理する方式などで、得ることができる。

## 【0064】

本発明において、上記微小領域とそれ以外の部分、つまり透光性樹脂からなる部分との間で、微小領域の各光軸方向における屈折率差 $\Delta n_1$ 、 $\Delta n_2$ 、 $\Delta n_3$ が最大値を示す軸方向( $\Delta n_1$ 方向)において0.03~0.5( $\Delta n_1$ )であり、かつその $\Delta n_1$ 方向と直交する2軸方向( $\Delta n_2$ 方向、 $\Delta n_3$ 方向)において0.03以下( $\Delta n_2$ 、 $\Delta n_3$ )となるように制御したものであるのが好ましく、 $\Delta n_2$ と $\Delta n_3$ の等しいものがより好ましい。このような屈折率差とすることにより、 $\Delta n_1$ 方向の直線偏光が強く散乱され臨角よりも小さい角度で散乱されて偏光散乱性部位より出射する光量を増やすことができ、それ以外の方向の直線偏光は散乱されにくくて全反射を繰り返し、偏光散乱性部位内に閉じ込めることができる。

なお、微小領域の各光軸方向と微小領域以外の部分との屈折率差は、透光性樹脂が光学的等方性のものである場合は、微小領域の各光軸方向の屈折率と透光性樹脂の平均屈折率との差を意味するものである。また、光学的異方性のものである場合は、透光性樹脂の主光軸方向と微小領域の主光軸方向とが通常は一致しているため、それぞれの軸方向における各屈折率の差を意味するものである。

## 【0065】

本発明においては、前記した全反射の点より、 $\Delta n_1$ 方向における屈折率差 $\Delta n_1$ は適度に大きいことが好ましく、とくに0.035~0.5、中でも0.040~0.45であるのが好ましい。また、 $\Delta n_2$ 方向と $\Delta n_3$ 方向における屈折率差 $\Delta n_2$ 、 $\Delta n_3$ は、小さければ小さいほどよく、可及的にゼロであることが望ましい。このような屈折率差は使用材料の屈折率や上記した配向操作などにより、制御できる。

また、前記の  $\Delta n_1$  方向としては、偏光散乱性部位より出射される直線偏光の振動面であることより、この  $\Delta n_1$  方向は偏光散乱性部位の対向する 2 面に平行であることが好ましい。なお、面内での上記  $\Delta n_1$  方向は、目的とする液晶セルなどに応じた適宜の方向とすることができる。

#### 【0066】

偏光散乱性部位における微小領域は、散乱効果などの均質性などの点より、可及的に均等に分散分布していることが好ましい。微小領域の大きさ、とくに散乱方向である  $\Delta n_1$  方向の長さは、後方散乱（反射）や波長依存性に関係する。光利用効率の向上や波長依存性による着色の防止、微小領域の視覚による視認阻害の防止ないし鮮明な表示の阻害防止、さらに製膜性やフィルム強度などの点より、微小領域の好ましい大きさ、とくに  $\Delta n_1$  方向の好ましい長さは、0.05～500  $\mu\text{m}$ 、とくに 0.1～250  $\mu\text{m}$ 、中でも 1～100  $\mu\text{m}$  である。なお、微小領域は、通例ドメインの状態では偏光散乱性部位内に存在するが、その  $\Delta n_2$  などの長さについてはとくに限定はない。

偏光散乱性部位 70 中に占める微小領域の割合としては、 $\Delta n_1$  方向の散乱性などの点より、適宜に決定することができるが、一般には、フィルム強度なども踏まえて、0.1～70 重量%とするのが望ましく、とくに 0.5～50 重量%とするのがより望ましく、中でも 1～30 重量%とするのがさらに望ましい。

#### 【0067】

本発明において、偏光散乱性部位 70 は、単層により形成することもできるし、2 層以上重畳したものとして形成することもできる。重畳化により、厚さ増加以上の相乗的な散乱効果を発揮させることができる。重畳体は、散乱効果の拡大などの点よりは、 $\Delta n_1$  方向が上下の層で平行関係となるように重畳したものが、好ましい。重畳数は 2 層以上の適宜の数とすることができる。重畳する偏光散乱性部位は、 $\Delta n_1$  または  $\Delta n_2$  などが同じものであってもよいし、異なるものであってもよい。

なお、 $\Delta n_1$  方向などにおける上下の層での平行関係は、可及的に平行であることが好ましいが、作業誤差によるズレなどは許容される。また、 $\Delta n_1$  方向にバラツキがある場合には、その平均方向に基づくものである。

#### 【0068】

偏光散乱性部位 70 は、この部位を光が伝送する過程で適宜に偏光状態が解消される必要があるため、面光源の全体または部分的に位相差を有するのが望ましい。基本的には、偏光散乱性部位の遅相軸と、散乱されにくい直線偏光の偏光軸（振動面）とは直交関係にあるため、位相差による偏光変換は起きにくい、僅かな散乱で見かけの角度が変化し、偏光変換が生じるものと考えられる。

偏光変換の点よりは偏光散乱性部位の厚さにて変化するが、一般には 5 nm 以上の面内位相差があるのが好ましい。その位相差の付与は、複屈折性の微粒子を含有させる方式、表面に付着させる方式、透光性樹脂を複屈折性とする方式、それらを併用する方式、さらに複屈折性フィルムを一体化積層するなどの適宜の方式にて行える。

#### 【0069】

また、本発明においては、上記の偏光散乱性部位 70 を形成する代わりに、光の反射・屈折角に乱れを生じさせる領域として、図 1 に示す有機 EL 素子の場合と同様の光拡散層やレンズ構造などを形成し、この領域より観測者側にさらに反射型偏光子を設置することにより、出射光を偏光光として効率良く取り出すことができ、偏光板での吸収を最小限が抑えられた有機 EL 素子を作製することができる。

#### 【0070】

図 4 は、この有機 EL 素子の一例を示したものであり、図 1 に示す有機 EL 素子の場合と同様に、支持基板 1 上に透明電極 2、正孔輸送層 4、発光領域 6 を持つ電子輸送性発光層 5 および反射性電極 3 が順次積層された構造を有して、式（1）を満たし、また好ましくは式（2）を満たす基本構成を形成したうえで、光の反射・屈折角に乱れを生じさせる領域 7 として光拡散層やレンズ構造などを形成し、さらにこの領域 7 より観測者側に反射型偏光子 8 を設けるようにしたものである。

この反射型偏光子 8 は、上記領域 7 を通じて導かれる発光光を入射させて得られる偏光からなる透過光を偏光板に供給して吸収ロスを低減するとともに、反射型偏光子 8 による反射光を面光源装置における反射層を介して反転させて反射型偏光子に再入射させ、その一部または全部を所定の偏光として吸収型偏光板を透過させ、さらに液晶表示などに利用しうる光量を増大して輝度を向上させるものである。この輝度向上の観点より、偏光の反射率が 40% 以上の反射型偏光子が好ましい。

#### 【0071】

このような反射型偏光子 8 としては、自然光を入射させて反射光と透過光が得られる適宜のものが用いられる。具体的には、コレステリック液晶層からなる反射型円偏光子（円偏光分離シート）や、屈折率の異なる少なくとも 2 種の材料を多層積層してなる反射型直線偏光子（直線偏光分離シート）（たとえば、特表平 9-506984 号公報、特表平 9-507308 号公報）などが挙げられる。

反射型円偏光子は、グランジャン配向のコレステリック液晶層からなり、入射光を左右一方の円偏光からなる反射光と透過光に分離する。また、反射型直線偏光子は、入射光を振動面が直交する直線偏光からなる反射光と透過光に分離するものであり、3M 社製の「DBEF」などの市販品もある。

#### 【0072】

反射型円偏光子において、コレステリック液晶層としては、入射光を左右一方の円偏光からなる光を反射し、他の光は透過する特性を示す適宜のものをを用いることができる。その種類についてとくに限定はない。

反射型円偏光子は、通常は、透明基材上にコレステリック液晶ポリマーによるフィルムやコレステリック液晶層を密着支持したものとして、得られる。また、広い波長範囲の透過円偏光を得るため、反射波長域が相違するコレステリック液晶層を 2 層または 3 層以上重畳した構造としてもよい。

なお、本発明の有機 EL 素子を液晶表示装置用のバックライトとして用いる場合、反射型円偏光子から出射する光は円偏光光であるが、1/4 波長板を用いることなどにより容易に直線偏光光に変化させることができる。

#### 【0073】

本発明において、反射型偏光子 8 は、光の反射・屈折角に乱れを生じさせる領域 7 より観測者側、つまり外側に形成されておればよい。その際、空気層を介して設置してもよいし、領域 7 に直接密着させたり、接着剤や粘着剤を介して貼り合わせてもよく、とくに限定はない。領域 7 と反射型偏光子 8 との間に防湿層などの別の機能を有する層を付加してもよい。図 5～図 7 は、図 4 以外の例を示したものである。

#### 【0074】

図 5 は、光の反射・屈折角に乱れを生じさせる領域 7 を透明電極 2 に隣接して設け、支持基板 1 を介して反射型偏光子 8 を設けたものである。図 6 は、光の反射・屈折角に乱れを生じさせる領域 7 として、支持基板 1 表面にマイクロレンズ構造を形成したものを使用し、これに空気層を介して反射型偏光子 8 を設けたものである。その他の構成要素は、図 4 と同じであり、同一番号を付して、その説明を省略する。

図 7 は、支持基板 1 上に、反射性電極 3、電子輸送性発光層 5、正孔輸送層 4、透明電極 2、光の反射・屈折角に乱れを生じさせる領域 7 および反射型偏光子 8 を、この順に設けて、支持基板 1 の反対面側から発光光を取り出す、いわゆる上面取り出し方式の例を示したものである。この場合、支持基板 1 は、透明性であることを必要としない。

#### 【0075】

上記構成の有機 EL 素子は、出射光が偏光光として得られるため、液晶表示装置用のバックライト用光源として最適であり。携帯電話やモバイル機器のように軽量化、薄型化、電池容量の関係から、低消費電力化が要求される用途に最適である。

図 8 は、図 4 に示す有機 EL 素子における反射型偏光子 8 としてコレステリック液晶層からなる反射型円偏光子を用いた場合の適用例である。この場合、有機 EL 素子における有機層はせいぜい 500 nm 以下という薄い層であり、光の反射・屈折角に乱れを生じさ



せる領域7も $200\mu\text{m}$ かそれ以下( $50\mu\text{m}$ 程度までの厚さ)で形成できる。よって、支持基板1であるガラス板を薄くしたり、樹脂フィルムを使用することで、従来の導光板によるバックライトに比べて、薄型軽量化が可能である。

#### 【0076】

図8において、上記構成の有機EL素子により導波光成分が強められて、本質的に全光量が増幅され、その光は光の反射・屈折角に乱れを生じさせる領域7により、効率良く取り出される。反射型偏光子8に入射した光の半分は円偏光光として透過し、残り半分は逆の円偏光として反射される。この円偏光光は再度領域7に入り、散乱されることで偏光解消され、自然光として領域7で後方散乱されたり、反射性電極3で反射されて再び反射型偏光子8に入射し、そのうちの半分が円偏光光として透過する。

このプロセスを繰り返すことにより、50%以上の発光光が外部に導かれる。反射型偏光子8を通り抜けた円偏光光は $1/4$ 波長板9にて直線偏光に変換され、その振動方向と液晶表示セルの偏光板10の透過軸を一致させることにより、偏光板10での吸収ロスを受けず、そのまま液晶セル11に入射する。

#### 【0077】

円偏光光を直線偏光光に変換するための $1/4$ 波長板は、位相差フィルムとして面位相差は $1/4$ であるが、斜め方向の光に関しては光路長の変化から正確に $1/4$ 波長として機能しなくなる。このため、斜め方向の光は、完全に円偏光から直線偏光に変換されないため、一部偏光板で吸収が起こる。

これを改善するには、面内方向には異方性がなく、その面内屈折率より厚さ方向の屈折率が大きい光学補償層(板)を挿入することにより、改善できる。また、使用する $1/4$ 波長板自体に厚さ方向の屈折率変化を持たせ、光学補償機能を付加してもよい。

これらの光学補償方法は、たとえば、特開平11-231132号公報などに開示されている。本発明において、これら光学補償方法にはなんら限定はなく、その使用材料などについてもとくに限定はない。

なおまた、本発明における偏光状態や偏光子は、厳密にいうと完全な直線偏光や円偏光ではなく、実際にはそれらから僅かに楕円偏光した状態にあるが、これらを含めて、直線偏光や円偏光と称しており、必ずしも完全な偏光状態になくても、本発明の効果は十分に発揮されるものである。

#### 【0078】

本発明の有機EL素子において、前記の基本構成となる有機材料、電極材料、層構成や各層の膜厚などには限定はなく、従来技術をそのまま適用できる。

具体的な構成としては、前記した2層型の有機EL素子である陽極/正孔輸送層/電子輸送性発光層/陰極のほか、3層型の有機EL素子である陽極/正孔輸送層/発光層/電子輸送層/陰極、これらの積層型素子とは異なる陽極/発光層/陰極などの種々の構成を選択することができ、とくに限定はない。

また、陽極界面に正孔注入層や陰極界面に電子注入層を設けたり、再結合効率を高めるための電子ブロック層、正孔ブロック層を挿入した構成としてもよい。基本的には、発光効率がより高くなる構成、材料、形成方法を選択すると、少ない消費電力で強度のEL発光が得られ、本発明の効果をより高められる。

#### 【0079】

また、本発明の有機EL素子において、陰極電極と陽極電極とのうちの一方が透明電極で、他方が極力反射率の高い反射性電極であるとき、干渉効果がより顕著に現れるため、好ましいが、他方が必ずしも反射性電極である必要はない。

両極がともに透明電極であったり、また反射性電極が半透過性の比較的反射率の低い電極であってもよく、逆に誘電体ミラーなどで構成された極めて反射率の高い電極であってもよい、要は、式(1)を満足していることが肝要である。

#### 【0080】

電極材料も、適宜最適なものを選択できる。通常の有機EL素子において、陽極には酸化インジウム錫(ITO)、酸化錫や酸化亜鉛に適宜ドーバントを添加した材料に代表さ

れる透明導電膜が用いられ、陰極にはMgとAgをおよそ10:1の原子比で共蒸着したものや、Ca電極、Liを微量ドーピングしたAl電極などが陰極の低仕事関数化による電子注入効率向上の観点から応用されているが、とくに限定されない。

陽極をITOなどの透明電極とする以外に、陰極として有機層界面から厚さ数nm~数十nmの透光性を維持できる薄さの金属電極を形成し、その後、ITOを形成するなどして、陰極を透明電極としてもよい。また、陽極と陰極とを上記同様にして透明電極とし、発光を陽極と陰極の両方から取り出す両面取り出し構造としてもよく、その片面または両面に反射・屈折角に乱れを生じさせる領域を形成してもよい。

#### 【0081】

陰極と陽極の両面側の発光分布が式(1)を満たしている場合が最も好ましいが、いずれか一方が式(1)を満たしておれば、本発明の効果は発揮できる。両面に反射・屈折角に乱れを生じさせる領域を形成してもよいし、片面だけに形成してもよく、それぞれ異なる特性のものを貼り合わせてもよい。式(1)を満たさない面に形成してあっても本発明の効果は損なうことなく、用途に応じて任意に選択できる。

両面取り出し構造とする方法には、アルカリ金属に代表される低仕事関数金属を有機層に混入させITO電極から電子注入を可能とさせる方法(松本、「OPTRONICS」No. 2, p. 136, 2003)、銅フタロシアニンなどの金属錯体材料を電子輸送層とITOの間に挿入する方法(Asuka et al., Appl. Phys. Lett., Vol. 78, p. 3343, 2001)などが挙げられる。

#### 【0082】

本発明において、有機層の材料(有機EL材料)には限定はなく、低分子系と高分子系のいずれも好適に使用できる。つまり、低分子系材料を真空蒸着して形成してもよいし、高分子系材料を塗布法などにより形成してもよく、とくに制限はない。

高分子系の有機EL素子でも、電子移動度や正孔移動度の大小とその素子構成により、式(1)を満足する有機EL素子を作製できるし、どちらかのキャリアをトラップするような部位を導入した分子構造とすることで、再結合発光領域を特定の部位に限定させ、式(2)をも満足させることも可能である。

たとえば、透明電極(陽極)/発光層/反射性電極(陰極)の単層型素子であれば、発光層の電子輸送性を正孔輸送性より大きくすることで、再結合を主に反射電極より離れた陽極側で生じさせることができるため、発光層の膜厚を適宜調整することで、式(1)さらには式(2)を満足させることができる。また、キャリアトラップ性を有する材料としては、たとえば、Matsumuraら(M. Matsumura et al., Appl. Phys. Lett., Vol. 79, p. 4491, 2001)が報告しているポリフェニレンビニレン誘導体からなるコポリマーなどがある。

#### 【0083】

本発明の有機EL素子において、支持基板には、透明性の有無に関わらず、一般的なものを使用できる。ガラス基板を用い、発光を透明電極を介してガラス基板側に取り出す方法のほかに、不透明な金属板を支持基板に用い、支持基板とは逆の方面から光を取り出す構成としてもよい。支持基板には、高分子フィルムのような可撓性のある材料を用いてもよいし、支持基板自体に光の反射・屈折角に乱れを生じさせる領域を形成したものであってもよい。また、支持基板と透明電極の間に光の反射・屈折角に乱れを生じさせる領域を形成してもよい。本発明においては、光の反射・屈折角に乱れを生じさせる領域上に支持基板があっても、本発明の効果は同様に奏される。

#### 【0084】

支持基板として高分子フィルムを使用する場合、その具体的な材料としては、ポリエチレンテレフタレート、トリアセチルセルロース、ポリエチレンナフタレート、ポリエーテルスルホン、ポリカーボネート、ポリアクリレート、ポリエーテルエーテルケトン、ノルボルネン系樹脂などが挙げられる。

支持基板が光の反射・屈折角に乱れを生じさせる領域である偏光散乱性部位よりも出射面側に位置する場合、偏光散乱性部位により得られる直線偏光を維持するため、支持基板



には複屈折を示す光学異方性のないものを選択する必要がある。

仮に複屈折があると、偏光散乱性部位から出射する直線偏光と、その光軸、位相差の関係によっては直線偏光が楕円偏光に変換され、液晶表示装置などに適用する場合、偏光板で吸収される成分が増加してしまう場合がある。したがって、この場合の支持基板には、ガラス板、エポキシ樹脂基板、三酢酸セルロースフィルム、ノルボルネン系樹脂フィルムやその他市販の光学異方性のない基板を用いる必要がある。

#### 【0085】

本発明の有機EL素子において、光の反射・屈折角に乱れを生じさせる領域として偏光散乱性部位を形成する場合、光の取り出し面には偏光維持性のレンズシートや光拡散板、波長カットフィルター、位相差フィルムなどを適宜使用できる。

レンズシートは、出射光（直線偏光）をその偏光度を可及的に維持しつつ光路制御して視認に有利な正面方向への指向性を向上させ、散乱性の出射光の強度ピークを正面方向とすることなどを目的とする。

波長カットフィルターは、励起光源からの直接光をたとえば液晶表示素子などに進入することを防止する目的で用いられ、とくに励起光が紫外線である場合、紫外線による液晶や偏光板の劣化を防止する必要がある。また、不必要な波長の可視光線を排除する目的で用いることもできる。また、本発明では、上記の波長カットフィルターを設けずに、偏光散乱性部位やその他の構成部材に対し、必要により、たとえば紫外線吸収剤などを配合して波長カットの機能をもたせることもできる。

#### 【0086】

本発明の有機EL素子は、以上説明したような特異な構成をとることにより、これを発光素子として具備する発光効率の高い面光源とこの面光源を具備する表示装置を提供できる。またとくに、上記の有機EL素子における光の反射・屈折角に乱れを生じさせる領域として偏光散乱性部位を形成したものや、光の反射・屈折角に乱れを生じさせる領域として光拡散層やレンズ構造などを形成し、さらに反射型偏光子を設置したものでは、これらを発光素子として具備する発光効率の高い偏光面光源とこの偏光面光源を具備する液晶表示装置などの表示装置を提供できるものである。

#### 【実施例1】

##### 【0087】

つぎに、本発明の有機EL素子において、反射・屈折角に乱れを生じさせる領域として光拡散層（光拡散性粘着剤）またはレンズ構造を設けた「実施例1-1～6」および「比較例1-1～6」を記載して、本発明を具体的に説明する。

##### 【0088】

###### 実施例1-1

###### <有機EL素子の基本構成の作製>

ガラス基板の片面側に、ITOセラミックスターゲット（ $\text{In}_2\text{O}_3 : \text{SnO}_2 = 90$ 重量%：10重量%）から、DCスパッタリング法にて、厚さ100nmのITO膜を形成し、透明電極（陽極）を形成した。

その後、フォトリソストを用いて、ITOをエッチングすることにより、発光面積が15mm×15mmとなるようにパターンを形成した。超音波洗浄を行ったのち、低圧紫外線ランプを用いてオゾン洗浄した。

##### 【0089】

つぎに、ITO面上に、真空蒸着法により、有機層を順次形成した。まず、正孔注入層として、式（3）で表されるCuPcを、蒸着速度0.3nm/sで、15nmの厚さに形成した。つぎに、正孔輸送層として、式（4）で表される $\alpha$ -NPDを、蒸着速度0.3nm/sで、40nmの厚さに形成した。最後に、電子輸送性発光層として、式（5）で表されるAlqを、蒸着速度0.3nm/sで、140nmの厚さに形成した。

##### 【0090】

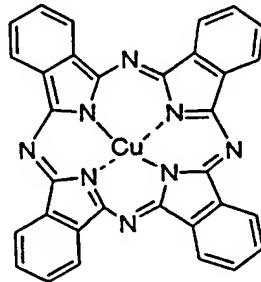
その後、Mgを1nm/s、Agを0.1nm/sの蒸着速度にて共蒸着し、厚さ100nmのMgAgを形成後、MgAgの酸化防止の観点から、さらに、その上にAgを5

0 nm 形成して、反射性電極（陰極）とした。

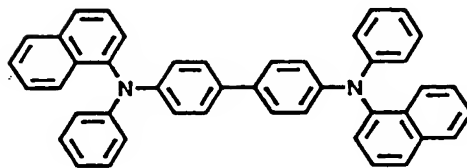
真空蒸着装置から取り出したのち、陰極電極側に紫外線硬化性エポキシ樹脂を滴下し、その上にスライドガラスを被せ、十分にエポキシ樹脂が広がった時点で高圧紫外線ランプを用いてエポキシ樹脂を硬化させ、素子を封止した。

【0091】

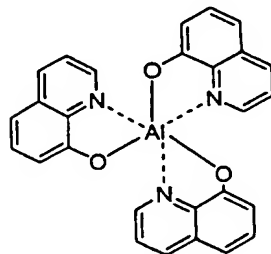
【化1】



... (3)



... (4)



... (5)

【0092】

このように作製した反射・屈折角に乱れを生じさせる領域を形成する前の有機EL素子について、15 Vの電圧を印加したところ、 $10.5 \text{ mA/cm}^2$ の電流密度で素子に電流が通じ、発光が観測された。

図10に示すように、市販の輝度計（トプコン社製の品名「BM9」）を用い、 $\theta$ 方向の素子の輝度を、0度～80度方向まで、10度おきに測定したところ、表1-1に示す結果となった。また、 $\phi$ 方向に測定方向を変えて、輝度の角度依存性を測定したところ、ほぼ全方向で輝度値は同じであった。

よって、 $\phi$ 方向に関しては、発光は均一に分布しているものと仮定し、80度方向までの空間に出射する単位面積当たりの光束量 ( $\text{lm/m}^2$ ) を、数値的に積分して算出した。この結果も合わせて、表1-1に示した。

【0093】

表1-1のように、上記の有機EL素子は、本発明の式(1)の関係を十分に満たすものであった。また、この素子において、正孔と電子の再結合は、ほぼ $\alpha$ -NPDとAlqの界面で起こる。よって、本発明にいう正孔と電子の再結合発光領域の中心部と反射性電

極との距離  $d$  はおよそ  $140\text{ nm}$  であった。

また、励起光源に発光波長が  $365\text{ nm}$  のブラックライトを用い、ガラス基板上に蒸着した  $\text{Alq}$  薄膜に照射した際の蛍光スペクトルのピーク波長  $\lambda$  はおよそ  $530\text{ nm}$  であった。また、分光エリプソメータを用いて測定した  $\text{Alq}$  薄膜の屈折率  $n$  はおよそ  $1.67$  であった。よって、上記の有機 EL 素子は、本発明の式 (2) の関係も満足するものであった。

#### 【0094】

＜反射・屈折角に乱れを生じさせる領域の形成＞

トルエン  $50\text{ g}$  に、屈折率  $1.43$ 、粒子径  $4\text{ }\mu\text{m}$  のシリコン粒子  $25\text{ g}$  を加え、よく攪拌した。また、屈折率が  $1.47$  であるアクリル系粘着剤をトルエンに加えて溶解させた。この溶液を、粘着剤に対するシリコン濃度が  $25$  重量%になるように、上記のシリコン粒子を分散させたトルエン溶液に加え、さらに粘着剤のトルエンに対する濃度が  $25$  重量%になるように、濃度調整を行い、よく攪拌した。

アプリケーションを用い、セパレーター上に上記調整した溶液を塗布し、乾燥させることにより、厚さ  $20\text{ }\mu\text{m}$  の光拡散性粘着剤を作製した。

#### 【0095】

つぎに、前記のように作製した有機 EL 素子のガラス基板表面上に、上記の光拡散性粘着剤を  $10$  枚重ねて貼り合わせ、厚さがおよそ  $200\text{ }\mu\text{m}$  の光拡散層を形成した。その後、この素子に前記同様にして、 $15\text{ V}$  の電圧を印加して、 $10.5\text{ mA/cm}^2$  の電流密度で素子に電流を流した際の輝度を、 $0$  度～ $80$  度の範囲で測定した。この結果を、表 1-1 に合わせて示した。また、単位面積当たりの光束量についても、前記同様に算出して、表 1-1 に示した。

#### 【0096】

表 1-1

角 度	輝度値 ( $\text{cd/m}^2$ )	
	光拡散層形成前	光拡散層形成後
$0^\circ$	126	392
$10^\circ$	138	382
$20^\circ$	154	382
$30^\circ$	181	424
$40^\circ$	225	445
$50^\circ$	272	466
$60^\circ$	307	509
$70^\circ$	386	487
$80^\circ$	339	466
全光束	$761\text{ (lm/m}^2\text{)}$	$1374\text{ (lm/m}^2\text{)}$

#### 【0097】

##### 実施例 1-2

電子輸送性発光層として、式 (5) で表される  $\text{Alq}$  を  $120\text{ nm}$  の厚さに形成した以外は、実施例 1-1 と同様にして、基本構成としての有機 EL 素子と、これに光散乱層を形成した有機 EL 素子を作製した。

この光拡散層の形成前後の有機 EL 素子に  $13.1\text{ V}$  の電圧を印加し、同様に  $10.5\text{ mA/cm}^2$  の電流密度で素子に電流を流して発光させ、実施例 1-1 と同様に評価した。これらの結果を表 1-2 に示した。なお、光拡散層を形成する前の  $\theta$  方向の輝度分布は、本発明の式 (1) の関係を満足し、また  $\text{Alq}$  層  $120\text{ nm}$  という値も、本発明の式 (2)

) の関係を満足するものであった。

【0098】

表 1-2

角 度	輝度値 (cd/m <sup>2</sup> )	
	光拡散層形成前	光拡散層形成後
0°	166	426
10°	171	431
20°	176	450
30°	205	460
40°	245	465
50°	284	484
60°	313	499
70°	362	484
80°	342	377
全光量	798 (lm/m <sup>2</sup> )	1432 (lm/m <sup>2</sup> )

【0099】

比較例 1-1

電子輸送性発光層として、式(5)で表されるAlqを60nmの厚さに形成した以外は、実施例1-1と同様にして、基本構成としての有機EL素子と、これに光散乱層を形成した有機EL素子を作製した。

この光拡散層の形成前後の有機EL素子に8.2Vの電圧を印加し、同様に10.5mA/cm<sup>2</sup>の電流密度で素子に電流を流して発光させ、実施例1-1と同様に評価した。これらの結果を表1-3に示した。なお、光拡散層を形成する前のθ方向の輝度分布は、本発明の式(1)の関係を満足せず、またAlq層60nmという値も、本発明の式(2)の関係を満足しないものであった。

【0100】

表 1-3

角 度	輝度値 (cd/m <sup>2</sup> )	
	光拡散層形成前	光拡散層形成後
0°	323	384
10°	323	384
20°	319	384
30°	315	384
40°	302	360
50°	286	336
60°	269	312
70°	244	265
80°	202	143
全光量	884 (lm/m <sup>2</sup> )	1034 (lm/m <sup>2</sup> )

【0101】

## 比較例 1-2

電子輸送性発光層として、式(5)で表されるAlqを25nmの厚さに形成した以外は、実施例1-1と同様にして、基本構成としての有機EL素子と、これに光散乱層を形成した有機EL素子を作製した。

この光拡散層の形成前後の有機EL素子に6.1Vの電圧を印加し、同様に10.5mA/cm<sup>2</sup>の電流密度で素子に電流を流して発光させ、実施例1-1と同様に評価した。これらの結果を表1-4に示した。なお、光拡散層を形成する前の $\theta$ 方向の輝度分布は、本発明の式(1)の関係を満足せず、またAlq層25nmという値も、本発明の式(2)の関係を満足しないものであった。

【0102】

表 1-4

角 度	輝度値 (cd/m <sup>2</sup> )	
	光拡散層形成前	光拡散層形成後
0°	123	138
10°	123	138
20°	118	138
30°	114	138
40°	107	137
50°	106	135
60°	102	126
70°	95	116
80°	82	95
全光量	328 (lm/m <sup>2</sup> )	402 (lm/m <sup>2</sup> )

【0103】

## 比較例 1-3

電子輸送性発光層として、式(5)で表されるAlqを180nmの厚さに形成した以外は、実施例1-1と同様にして、基本構成としての有機EL素子と、これに光散乱層を形成した有機EL素子を作製した。

この光拡散層の形成前後の有機EL素子に17.3Vの電圧を印加し、同様に10.5mA/cm<sup>2</sup>の電流密度で素子に電流を流して発光させ、実施例1と同様に評価した。これらの結果を表1-5に示した。なお、光拡散層を形成する前の $\theta$ 方向の輝度分布は、本発明の式(1)の関係を満足せず、またAlq層180nmという値も、本発明の式(2)の関係を満足しないものであった。

【0104】

表 1-5

角 度	輝度値 (cd/m <sup>2</sup> )	
	光拡散層形成前	光拡散層形成後
0°	154	243
10°	148	240
20°	134	238
30°	116	252
40°	101	267

50°	92	267
60°	95	264
70°	89	243
80°	80	157
全光量	323 (lm/m <sup>2</sup> )	773 (lm/m <sup>2</sup> )

## 【0105】

## 比較例 1-4

電子輸送性発光層として、式(5)で表されるAlqを220nmの厚さに形成した以外は、実施例1-1と同様にして、基本構成としての有機EL素子と、これに光散乱層を形成した有機EL素子を作製した。

この光拡散層の形成前後の有機EL素子に21.2Vの電圧を印加し、同様に10.5mA/cm<sup>2</sup>の電流密度で素子に電流を流して発光させ、実施例1-1と同様に評価した。これらの結果を表1-6に示した。なお、光拡散層を形成する前の $\theta$ 方向の輝度分布は、本発明の式(1)の関係を満足せず、またAlq層220nmという値も、本発明の式(2)の関係を満足しないものであった。

## 【0106】

表 1-6

角 度	輝度値 (cd/m <sup>2</sup> )	
	光拡散層形成前	光拡散層形成後
0°	363	363
10°	354	367
20°	358	354
30°	341	341
40°	311	320
50°	272	332
60°	225	302
70°	177	263
80°	160	207
全光量	863 (lm/m <sup>2</sup> )	975 (lm/m <sup>2</sup> )

## 【0107】

上記の実施例1-1, 2の結果を、表1-7にまとめて示した。

表 1-7

	実施例 1-1	実施例 1-2
Alq層の膜厚 (nm)	140	120
正面輝度 (cd/m <sup>2</sup> )		
光拡散層形成前	126	166
光拡散層形成後	392	426
輝度増加度	3.11	2.56
全光束量 (lm/m <sup>2</sup> )		

光拡散層形成前	7 6 1	7 9 8
光拡散層形成後	1 3 7 4	1 4 3 2
光量増加度	1. 8 1	1. 7 9

## 【0108】

また、上記の比較例 1-1 ~ 4 の結果を、表 1-8 にまとめて示した。

表 1-8

	比較例 1-1	比較例 1-2	比較例 1-3	比較例 1-4
A l q 層の膜厚 (nm)	6 0	2 5	1 8 0	2 2 0
正面輝度 (cd/m <sup>2</sup> )				
光拡散層形成前	3 2 3	1 2 3	1 5 4	3 6 3
光拡散層形成後	3 8 4	1 3 8	2 4 3	3 6 3
輝度増加度	1. 1 9	1. 1 3	1. 5 8	1. 0 0
全光束量 (lm/m <sup>2</sup> )				
光拡散層形成前	8 8 4	3 2 8	3 2 3	8 6 3
光拡散層形成後	1 0 3 4	4 0 2	7 7 3	9 7 5
光量増加度	1. 1 7	1. 2 3	2. 3 9	1. 1 3

## 【0109】

上記の結果から明らかなように、本発明の実施例 1-1, 2 の有機 EL 素子は、光拡散層を形成する前は、輝度、全光束量とも大きな値は得られていないが、光拡散層を形成したのちは、正面輝度、全光束量ともに大きく輝度が増加しており、同一の素子電流を流して比較すると、比較例 1-1 ~ 4 のどの有機 EL 素子よりも、最終的に高効率な有機 EL 素子が得られることがわかる。

## 【0110】

## 実施例 1-3

トルエン 10 g に、屈折率 1.43、粒子径 4 μm のシリコン粒子 1.5 g を加え、よく攪拌した。また、ポリメチルメタクリレート (PMMA) 樹脂を、濃度が 20 重量% となるように、トルエンに加えて溶解させた。この溶液を、PMMA に対するシリコン濃度が 15 重量% になるように、上記のシリコン粒子を分散させたトルエン溶液に加え、さらに PMMA のトルエンに対する濃度が 20 重量% になるように、濃度調整を行い、よく攪拌した。

その後、ガラス基板の上に、PMMA 層の厚みが約 200 μm となるように、アプリケーションを用いてコーティングして、光拡散層を形成した。

## 【0111】

上記のガラス基板の光拡散層に、Si ターゲットを用い、アルゴンガスと酸素ガスの混合ガス雰囲気にて反応性スパッタ法を用い、厚さ 50 nm の SiO<sub>2</sub> を形成した。その後、さらにその面上に、実施例 1-1 と同様の方法で、厚さが 100 nm の ITO 膜を形成して、透明電極 (陽極) とした。

その後、フォトリソストを用いて、ITO をエッチングすることにより、発光面積が 15 mm × 15 mm となるようにパターンを形成した。超音波洗浄を行ったのち、低圧紫外線ランプを用いてオゾン洗浄した。

## 【0112】

つぎに、ITO 面上に、真空蒸着法により、有機層を順次形成した。まず、正孔注入層として、前記の式 (3) で表される CuPc を、蒸着速度 0.3 nm/s で、15 nm の厚さに形成した。つぎに、正孔輸送層として、前記の式 (4) で表される α-NPD を、

蒸着速度  $0.3 \text{ nm/s}$  で、 $40 \text{ nm}$  の厚さに形成した。最後に、電子輸送性発光層として、前記の式 (5) で表される Alq を、蒸着速度  $0.3 \text{ nm/s}$  で、 $140 \text{ nm}$  の厚さに形成した。

#### 【0113】

その後、Mg を  $1 \text{ nm/s}$ 、Ag を  $0.1 \text{ nm/s}$  の蒸着速度にて共蒸着し、厚さ  $100 \text{ nm}$  の MgAg を形成後、MgAg の酸化防止の観点から、さらに、その上に Ag を  $50 \text{ nm}$  形成して、反射性電極（陰極）とした。

真空蒸着装置から取り出したのち、陰極電極側に紫外線硬化性エポキシ樹脂を滴下し、その上にスライドガラスを被せ、十分にエポキシ樹脂が広がった時点で高圧紫外線ランプを用いてエポキシ樹脂を硬化させ、素子を封止した。

#### 【0114】

このように作製した有機 EL 素子について、 $15 \text{ V}$  の電圧を印加したところ、 $10.5 \text{ mA/cm}^2$  の電流密度で素子に電流が通じ、発光が観測された。この際の正面輝度は  $418 \text{ (cd/m}^2\text{)}$ 、全光束量は  $1492 \text{ (lm/m}^2\text{)}$  であった。この結果から、光拡散層を形成する前の  $\theta$  方向の角度分布が式 (1) の関係を満たし、また素子構成自体が式 (2) の関係を満たすようにすることにより、これに反射・屈折角に乱れを生じさせる領域を設けることにより、本発明の効果が十分に発揮できるものであることが確認された。

#### 【0115】

##### 実施例 1-4

実施例 1-1 において、反射・屈折角に乱れを生じさせる領域として、光拡散性粘着剤を用いる代わりに、三角錐が多数配置されたコーナークューブレンズシートを使用し、これを透明粘着剤を介して有機 EL 素子のガラス基板表面に貼り合わせるようにした以外は、実施例 1-1 と同様にして、有機 EL 素子を作製した。

#### 【0116】

##### 比較例 1-5

電子輸送性発光層として、式 (5) で表される Alq を  $60 \text{ nm}$  の厚さに形成した以外は、実施例 1-4 と同様にして、有機 EL 素子を作製した。

#### 【0117】

上記の実施例 1-4 および比較例 1-5 の有機 EL 素子について、前記と同様にして、全光束量を求めたところ、実施例 1-4 の有機 EL 素子は  $1792 \text{ (lm/m}^2\text{)}$ 、比較例 1-5 の有機 EL 素子は  $1308 \text{ (lm/m}^2\text{)}$  となり、本発明の有機 EL 素子とすることにより、発光効率が高められることが確認された。

#### 【0118】

##### 実施例 1-5

実施例 1-1 と同様に、ガラス基板の片面に ITO 膜を形成し、超音波洗浄、低圧紫外線ランプを用いてオゾン洗浄した。

つぎに、ITO 面上に、式 (6) で表される PEDOT/PSS 溶液 (Bayer 社製の「BAYTRON PAI 4083」) を、 $4,000 \text{ rpm}$  の回転数でスピンコートし、正孔注入層として  $30 \text{ nm}$  の厚さに形成した。その後、 $120^\circ\text{C}$  で 2 時間乾燥させたのち、文献 (森他、「応用物理」第 61 巻、10 号、p. 1044、1992) を参考にして、つぎのように、有機 EL 層を形成した。

#### 【0119】

まず、溶媒としての 1, 1, 2, 2-テトラクロロエタン  $9.88 \text{ g}$  に、式 (7) で表される PVK を正孔輸送性マトリックスポリマーとして  $0.12 \text{ g}$ 、式 (8) で表される BND を電子輸送性材料として  $0.0514 \text{ g}$ 、式 (9) で表されるクマリン 6 を発光材料として  $0.0006 \text{ g}$  添加し、よく溶解混合することにより、塗工液を調製した。つぎに、この塗工液を、前記の正孔注入層の上に、 $750 \text{ rpm}$  の回転数でスピンコートし、厚さが  $150 \text{ nm}$  の有機 EL 層を形成した。

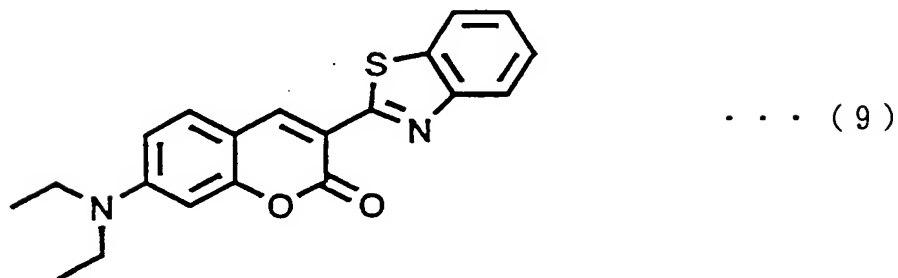
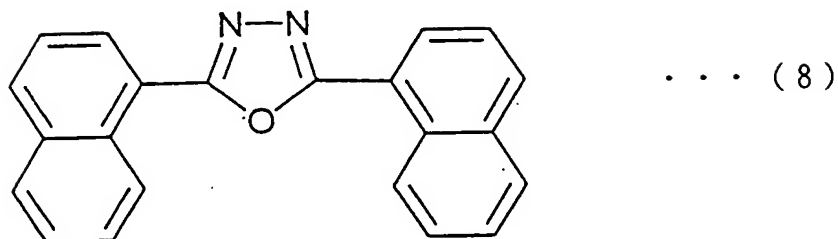
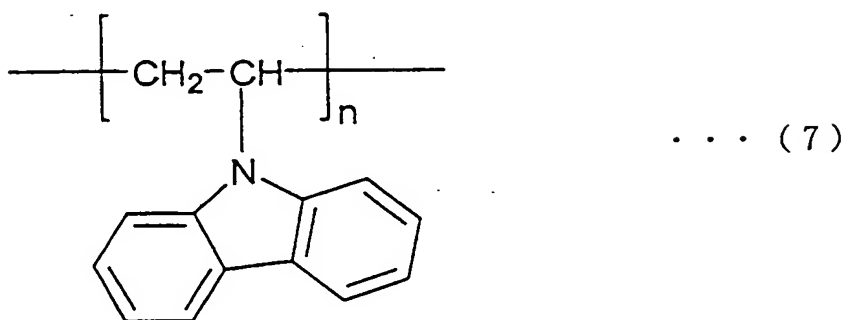
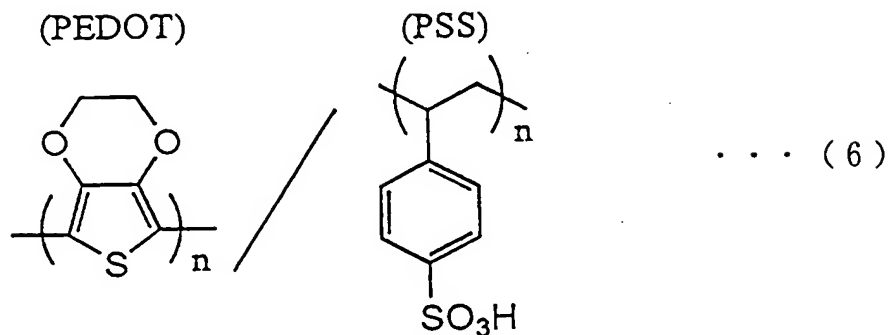
その後、 $70^\circ\text{C}$  で 1 時間乾燥したのち、実施例 1-1 と同様に、真空蒸着装置にて MgAg/Ag 電極を形成し、真空蒸着装置から取り出したのち、素子を封止した。電極蒸着



時のマスクにより、発光面積は  $15\text{ mm} \times 15\text{ mm}$  となるようにした。

【0120】

【化2】



【0121】

このように作製した反射・屈折角に乱れを生じさせる領域を形成する前の有機EL素子について、 $21\text{ V}$ の電圧を印加したところ、 $20\text{ mA/cm}^2$ の電流密度で素子に電流が通じ、クマリン6からの緑色発光が観測された。この際の輝度を、実施例1-1と同様に、 $0^\circ \sim 80^\circ$ 方向まで、 $10^\circ$ おきに測定した。また、単位面積あたりの光束量についても、実施例1-1と同様に、算出した。

つぎに、この基本構成としての有機EL素子のガラス基板表面上に、実施例1と同じ光

拡散性粘着剤を、10枚貼り合わせて、厚さがおよそ200 $\mu$ mの光拡散層を形成した。その後、この素子に上記と同様に21Vの電圧を印加して、20mA/cm<sup>2</sup>の電流密度で素子に電流を流した際の輝度を測定した。また、単位面積あたりの光束量を算出した。

これらの結果は、表1-9に示されるとおりであった。

【0122】

表1-9

角 度	輝度値 (cd/m <sup>2</sup> )	
	光拡散層形成前	光拡散層形成後
0°	183	351
10°	183	351
20°	183	351
30°	189	347
40°	196	344
50°	215	330
60°	227	315
70°	233	287
80°	202	222
全光束	628 (lm/m <sup>2</sup> )	1002 (lm/m <sup>2</sup> )

【0123】

比較例1-6

有機EL層形成時の回転数を2,500ppmとし、厚さを75nmとした以外は、実施例1-5と同様にして、反射・屈折角に乱れを生じさせる領域を形成する前の有機EL素子と、これに光拡散層を形成した有機EL素子を作製した。

この光散乱層の形成前後の有機EL素子について、12.7Vの電圧を印加し、同様に20mA/cm<sup>2</sup>の電流密度で素子に電流を流して発光させ、実施例1-5と同様に評価した。これらの結果は、表1-10に示されるとおりであった。

【0124】

表1-10

角 度	輝度値 (cd/m <sup>2</sup> )	
	光拡散層形成前	光拡散層形成後
0°	236	291
10°	236	291
20°	236	289
30°	233	288
40°	230	286
50°	227	284
60°	217	263
70°	205	229
80°	174	180
全光束	658 (lm/m <sup>2</sup> )	833 (lm/m <sup>2</sup> )

## 【0125】

上記の結果から明らかなように、本発明の実施例1-5の有機EL素子は、光拡散層を形成する前の輝度分布は、本発明の式(1)を満足するものであり、その結果、光拡散層を形成することにより、全光量が約1.6倍に増加した。これに対して、比較例1-6の有機EL素子は、光拡散層を形成する前は正面輝度こそ実施例1-5の素子よりも高くなったが、本発明の式(1)を満足しないものであり、その結果、全光量の増加度は約1.2倍と、拡散層形成による導波光取り出し効果に乏しいものであった。

## 【実施例2】

## 【0126】

つぎに、本発明の有機EL素子において、反射・屈折角に乱れを生じさせる領域として偏光散乱性部位を設けた「実施例2-1~3」を記載し、これと「比較例2-1~6」や「参考例2-1, 2」と対比して、本発明を具体的に説明する。

## 【0127】

## 実施例2-1

実施例1-1と同様にして、電子輸送性発光層〔式(5)で表されるAlq〕の厚さが140nmである、本発明の式(1), 式(2)の関係を満足する、反射・屈折角に乱れを生じさせる領域を形成する前の有機EL素子を作製した。

つぎに、この基本構成としての有機EL素子のガラス基板上に、反射・屈折角に乱れを生じさせる領域として、下記の方法で形成した偏光散乱性部位としてのフィルムを、アクリル系粘着剤を介して、貼り合わせた。

その後、この有機EL素子に対し、実施例1-1と同様にして、15Vの電圧を印加して、10.5mA/cm<sup>2</sup>の電流密度で素子に電流を流した際の正面輝度を測定した。

また、上記の偏光散乱性部位の延伸方向と、偏光板(日東電工社製の「NPF-SEG1425DU」)の透過軸が平行となるように、偏光板を偏光散乱性部位上に設置したのち、上記と同様にして、正面輝度を測定した。

## 【0128】

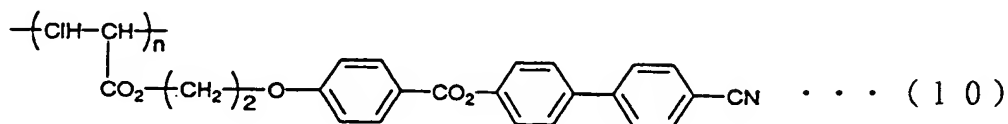
## &lt;偏光散乱性部位の形成&gt;

ノルボルネン系樹脂(JSR社製のアトーン、ガラス転移温度182℃)950重量部と、つぎの式(10)で表される液晶ポリマー(ガラス転移温度80℃、ネマチック液晶化温度100~290℃)50重量部とを溶解させた20重量%ジクロロメタン溶液を用いて、キャスト法により、厚さが100μmのフィルムを形成し、これを180℃で3倍に延伸処理したのち、急冷して、偏光散乱性部位としてのフィルムとした。

この偏光散乱性部位としてのフィルムは、ノルボルネン系樹脂からなる透明フィルム中に液晶ポリマーが延伸方向に長軸な状態でほぼ同じ形状のドメイン状に分散したものであり、屈折率差 $\Delta n_1$ が0.23で、 $\Delta n_2$ 、 $\Delta n_3$ が0.029であった。また、前記の微小領域の平均径を偏光顕微鏡観察による位相差に基づく着色により測定したところ、 $\Delta n_1$ 方向の長さが約5μmであった。

## 【0129】

## 【化3】



## 【0130】

## 実施例2-2

実施例1-2と同様にして、電子輸送性発光層〔式(5)で表されるAlq〕の厚さが

120 nmである、本発明の式(1)、式(2)の関係を満足する、反射・屈折角に乱れを生じさせる領域を形成する前の有機EL素子を作製した。

つぎに、この基本構成としての有機EL素子のガラス基板上に、反射・屈折角に乱れを生じさせる領域として、実施例2-1で形成した偏光散乱性部位としてのフィルムを、アクリル系粘着剤を介して、貼り合わせた。

その後、この有機EL素子に対し、実施例1-2と同様にして、13.1 Vの電圧を印加して、10.5 mA/cm<sup>2</sup>の電流密度で素子に電流を流した際の正面輝度を測定した。また、上記の偏光散乱性部位の延伸方向と、偏光板(日東電工社製の「NPF-SEG1425DU」)の透過軸が平行となるように、偏光板を偏光散乱性部位上に設置したのち、上記と同様にして、正面輝度を測定した。

#### 【0131】

##### 比較例2-1

電子輸送性発光層として、式(5)で表されるAlqを65 nmの厚さに形成した以外は、実施例1-1と同様にして、反射・屈折角に乱れを生じさせる領域を形成する前の有機EL素子を作製した。この素子に8.8 Vの電圧を印加し、10.5 mA/cm<sup>2</sup>の電流密度で素子に電流を流して発光させ、実施例1-1と同様に評価した。

結果は、0°:314 cd/m<sup>2</sup>、10°:315 cd/m<sup>2</sup>、20°:312 cd/m<sup>2</sup>、30°:309 cd/m<sup>2</sup>、40°:298 cd/m<sup>2</sup>、50°:285 cd/m<sup>2</sup>、60°:274 cd/m<sup>2</sup>、70°:257 cd/m<sup>2</sup>、80°:229 cd/m<sup>2</sup>となった。

これより、θ方向の輝度分布は、本発明の式(1)の関係を満足せず、Alq層65 nmという値も、本発明の式(2)の関係を満足しなかった。

#### 【0132】

つぎに、上記のように作製した基本構成としての有機EL素子のガラス基板上に、実施例2-1で形成した偏光散乱性部位としてのフィルムを、アクリル系粘着剤を介して、貼り合わせた。この有機EL素子に、前記と同様に、8.8 Vの電圧を印加して、10.5 mA/cm<sup>2</sup>の電流密度で素子に電流を流した際の正面輝度を測定した。

また、上記の偏光散乱性部位の延伸方向と、偏光板(日東電工社製の「NPF-SEG1425DU」)の透過軸が平行となるように、偏光板を偏光散乱性部位上に設置したのち、上記と同様にして、正面輝度を測定した。

#### 【0133】

##### 比較例2-2

比較例1-2と同様にして、電子輸送性発光層〔式(5)で表されるAlq〕の厚さが25 nmである、本発明の式(1)、式(2)の関係を満足しない、反射・屈折角に乱れを生じさせる領域を形成する前の有機EL素子を作製した。

つぎに、この基本構成としての有機EL素子のガラス基板上に、反射・屈折角に乱れを生じさせる領域として、実施例2-1で形成した偏光散乱性部位としてのフィルムを、アクリル系粘着剤を介して、貼り合わせた。

その後、この有機EL素子に対し、比較例1-2と同様にして、6.1 Vの電圧を印加して、10.5 mA/cm<sup>2</sup>の電流密度で素子に電流を流した際の正面輝度を測定した。

また、上記の偏光散乱性部位の延伸方向と、偏光板(日東電工社製の「NPF-SEG1425DU」)の透過軸が平行となるように、偏光板を偏光散乱性部位上に設置したのち、上記と同様にして、正面輝度を測定した。

#### 【0134】

##### 比較例2-3

比較例1-3と同様にして、電子輸送性発光層〔式(5)で表されるAlq〕の厚さが180 nmである、本発明の式(1)、式(2)の関係を満足しない、反射・屈折角に乱れを生じさせる領域を形成する前の有機EL素子を作製した。

つぎに、この基本構成としての有機EL素子のガラス基板上に、反射・屈折角に乱れを生じさせる領域として、実施例2-1で形成した偏光散乱性部位としてのフィルムを、ア

クリル系粘着剤を介して、貼り合わせた。

その後、この有機EL素子に対し、比較例1-3と同様にして、17.3Vの電圧を印加して、10.5mA/cm<sup>2</sup>の電流密度で素子に電流を流した際の正面輝度を測定した。また、上記の偏光散乱性部位の延伸方向と、偏光板（日東電工社製の「NPF-SEG1425DU」）の透過軸が平行となるように、偏光板を偏光散乱性部位上に設置したのち、上記と同様にして、正面輝度を測定した。

#### 【0135】

##### 比較例2-4

比較例1-4と同様にして、電子輸送性発光層〔式(5)で表されるAlq〕の厚さが220nmである、本発明の式(1)、式(2)の関係を満足しない、反射・屈折角に乱れを生じさせる領域を形成する前の有機EL素子を作製した。

つぎに、この基本構成としての有機EL素子のガラス基板上に、反射・屈折角に乱れを生じさせる領域として、実施例2-1で形成した偏光散乱性部位としてのフィルムを、アクリル系粘着剤を介して、貼り合わせた。

その後、この有機EL素子に対し、比較例1-4と同様にして、21.2Vの電圧を印加して、10.5mA/cm<sup>2</sup>の電流密度で素子に電流を流した際の正面輝度を測定した。また、上記の偏光散乱性部位の延伸方向と、偏光板（日東電工社製の「NPF-SEG1425DU」）の透過軸が平行となるように、偏光板を偏光散乱性部位上に設置したのち、上記と同様にして、正面輝度を測定した。

#### 【0136】

##### 比較例2-5

実施例2-1で作製した反射・屈折角に乱れを生じさせる領域を形成する前の基本構成としての有機EL素子のガラス基板上に、実施例2-1で形成した偏光散乱性部位としてのフィルムに代えて、下記の方法で作製した微小領域が複屈折特性を持たない通常の拡散フィルムを、アクリル系粘着剤を介して、貼り合わせた。

この有機EL素子に、前記と同様に、15Vの電圧を印加して、10.5mA/cm<sup>2</sup>の電流密度で素子に電流を流した際の正面輝度を測定した。

また、上記の通常の拡散フィルム上に偏光板（日東電工社製の「NPF-SEG1425DU」）を設置したのち、上記と同様にして、正面輝度を測定した。

#### 【0137】

##### <通常の拡散フィルムの作製>

トルエンを10gとり、これに屈折率1.43、粒子径4μmのシリコン粒子を1.5g加え、よく攪拌した。また、ポリメチルメタクリレート（PMMA）樹脂を、濃度が20重量%となるようにトルエンに加え溶解させた。その溶液をPMMAに対するシリコン濃度が15重量%になるように、シリコン粒子を分散させたトルエン溶液に加え、さらにPMMAのトルエンに対する濃度が20重量%になるように、濃度調整を行い、よく攪拌した。その後、ガラス基板上にPMMA層の厚みが約200μmとなるように、アプリケーションによりコーティングし、乾燥後、剥がしとして拡散フィルムを得た。

#### 【0138】

##### 参考例2-1

実施例2-1において、作製した基本構成としての有機EL素子のガラス基板上に、直接偏光板を設置して、正面輝度を測定した。

#### 【0139】

##### 参考例2-2

比較例2-1において、作製した基本構成としての有機EL素子のガラス基板上に、直接偏光板を設置して、正面輝度を測定した。

#### 【0140】

上記の実施例2-1、2、比較例2-1～5および参考例2-1、2の結果を、表2にまとめて示した。また、表2には、参考例2-2の偏光板を設置したときの正面輝度を基準（1.00）として、各例での輝度増加度を併記した。輝度増加度が1.00より小さ

い値は、正面輝度が逆に低下していることを意味する。

【0141】

表 2

	Alq層 の膜厚 (nm)	光拡散層 の種類	正面輝度 (cd/m <sup>2</sup> )			
			光拡散層 形成前	光拡散層 形成後	偏光板 設置後	輝度 増加度
参考例 2-1	140	なし	126	—	58	0.40
参考例 2-2	65	なし	314	—	145	1.00
実施例 2-1	140	偏光散乱 フィルム	126	358	261	1.80
実施例 2-2	120	偏光散乱 フィルム	166	388	276	1.90
比較例 2-1	65	偏光散乱 フィルム	314	340	197	1.36
比較例 2-2	25	偏光散乱 フィルム	123	126	67	0.46
比較例 2-3	180	偏光散乱 フィルム	154	222	131	0.90
比較例 2-4	220	偏光散乱 フィルム	363	331	179	1.23
比較例 2-5	140	拡散フイ ルム	126	422	194	1.34

【0142】

上記の結果から明らかなように、本発明の実施例 2-1, 2 の有機 EL 素子は、偏光散乱フィルムを貼り合わせる前は、たとえば参考例 2-2 の有機 EL 素子に比べ、正面輝度が小さくなっているが、偏光散乱フィルムを貼り合わせたのちは、正面輝度が大きく増加しており、さらに偏光板を設置したのちの正面輝度をみると、直線偏光リッチな出射光が得られているため、偏光板での吸収が小さく、最終的な輝度の低下を最小限に抑えられていることがわかる。

【0143】

これに対し、比較例 2-5 の有機 EL 素子は、光拡散層形成後の正面輝度は、実施例 2-1 の有機 EL 素子よりも大きな値が得られているが、出射光は偏光していない自然光であるため、偏光板により半分以上の光が吸収され、最終的には実施例 2-1 の有機 EL 素子よりも正面輝度が低下している。また、比較例 2-1 ~ 4 の有機 EL 素子では、光拡散層形成後の輝度向上度が小さく、やはり最終的な輝度は実施例 2-1 の有機 EL 素子に比べて、低いものであった。

【0144】

実施例 2-3

実施例 1-5 において、作製した基本構成としての有機 EL 素子のガラス基板表面に、拡散性粘着剤を 10 枚貼り合わせて光拡散層を形成する代わりに、実施例 2-1 で形成した偏光散乱性部位としてのフィルムを、アクリル系粘着剤を介して、貼り合わせることにより、有機 EL 素子を作製した。

つぎに、このように作製した有機 EL 素子の偏光散乱性部位の延伸方向と偏光板の透過軸が平行となるように、偏光板を上記有機 EL 素子の偏光散乱性部位上に設置したのち、

21 Vの電圧を印加して、 $20 \text{ mA/cm}^2$  の電流密度で素子を駆動して正面輝度を測定したところ、 $229 \text{ cd/m}^2$  の輝度が得られた。

#### 【0145】

##### 比較例 2-6

比較例 1-6 において、作製した基本構成としての有機 EL 素子のガラス基板表面に、拡散性粘着剤を 10 枚貼り合わせて光拡散層を形成する代わりに、実施例 2-1 で形成した偏光散乱性部位としてのフィルムを、アクリル系粘着剤を介して、貼り合わせることにより、有機 EL 素子を作製した。

つぎに、このように作製した有機 EL 素子の偏光散乱性部位の延伸方向と偏光板の透過軸が平行となるように、偏光板を上記有機 EL 素子の偏光散乱性部位上に設置したのち、12.7 Vの電圧を印加して、 $20 \text{ mA/cm}^2$  の電流密度で素子を駆動して正面輝度を測定したところ、 $158 \text{ cd/m}^2$  の輝度が得られた。

#### 【0146】

上記の実施例 2-3 および比較例 2-6 を比較すると、同一の素子電流で得られる輝度が約 1.4 倍向上した。実施例 1-5 の素子に同様の偏光板を設置すると、偏光板の吸収によりその正面輝度は  $351 \text{ cd/m}^2$  から  $161 \text{ cd/m}^2$  に低下するが、拡散層に本発明の偏光散乱性部位を用いることで、導波光が直線偏光リッチな偏光光として取り出せるため、液晶表示装置用のバックライトとして用いる場合、さらにその効率を 1.4 倍に高めることができる。すなわち、液晶表示装置用のバックライト光源として用いる場合、本発明の導波光を増強させて取り出す効果と偏光出射させる効果を合わせると、従来技術に比べて、その輝度を約 2 倍に高められることが確認された。

なお、液晶表示装置用バックライトへの応用に際し、反射型偏光子を設置しても偏光板での吸収を低減させることができ、これにより輝度を高めることができる。このことは、以下の実施例 3 の結果からも明らかである。

#### 【実施例 3】

##### 【0147】

つぎに、本発明の有機 EL 素子において、反射・屈折角に乱れを生じさせる領域として光拡散性粘着剤を設け、さらに反射型偏光子を設けた「実施例 3-1~4」を記載し、これと「比較例 3-1~10」と対比して、本発明を具体的に説明する。

##### 【0148】

##### 実施例 3-1

実施例 1-1 と同様にして、電子輸送性発光層〔式 (5) で表される Alq〕の厚さが  $140 \text{ nm}$  である、本発明の式 (1)、式 (2) の関係を満足する、反射・屈折角に乱れを生じさせる領域を形成する前の有機 EL 素子を作製した。

つぎに、この基本構成としての有機 EL 素子のガラス基板上に、反射・屈折角に乱れを生じさせる領域として、下記の方法で形成した光拡散性粘着剤を 10 枚重ねて貼り合わせて、厚さがおよそ  $200 \mu\text{m}$  の光拡散層を形成した。さらに、この光拡散層上に、下記の方法で形成した反射型偏光子を貼り合わせ、有機 EL 素子を作製した。

##### 【0149】

##### <光拡散性粘着剤の形成>

トルエン  $10 \text{ g}$  に、屈折率 1.43、粒子径  $4 \mu\text{m}$  のシリコン粒子  $1.5 \text{ g}$  を加え、よく攪拌した。また、屈折率が 1.47 であるアクリル系粘着剤を、濃度が 20 重量%となるように、トルエンに加えて溶解させた。この溶液を、粘着剤に対するシリコン濃度が 15 重量%になるように、上記のシリコン粒子を分散させたトルエン溶液に加え、さらに粘着剤のトルエンに対する濃度が 20 重量%になるように、濃度調整を行い、よく攪拌した。アプリケーションを用い、セパレーター上に上記調整した溶液を塗布し、乾燥させることにより、厚さ  $20 \mu\text{m}$  の光拡散性粘着剤を作製した。

##### 【0150】

##### <反射型偏光子の形成>

複屈折を示さない厚さが  $50 \mu\text{m}$  の三酢酸セルロースフィルムの上に、厚さが  $0.1 \mu\text{m}$

mのポリビニルアルコール層を設けて、レーヨン布でラビング処理して配向膜を形成し、この配向膜上にアクリル系サーモトロピックコレステリック液晶ポリマーの20重量%テトラヒドロフラン溶液をワイヤーバーにて塗工し、乾燥したのち、 $150 \pm 2^\circ\text{C}$ で5分間加熱配向処理し、室温まで放冷して、厚さが $1\ \mu\text{m}$ のコレステリック液晶ポリマー層を形成する方式により、円偏光二色性を示す波長域が(A)  $350 \sim 450\ \text{nm}$ 、(B)  $450 \sim 550\ \text{nm}$ 、(C)  $600 \sim 700\ \text{nm}$ 、(d)  $750 \sim 850\ \text{nm}$ で、右円偏光を鏡面的反射する4種のコレステリック液晶ポリマー層を得た。

つぎに、上記の(A)と(B)のコレステリック液晶ポリマー層を、その液晶面同士を密着させて、 $150 \pm 2^\circ\text{C}$ で2分間加熱圧着処理したのち、その(B)側の三酢酸セルロースフィルムを剥離し、その液晶ポリマー層の露出面に、(C)のコレステリック液晶ポリマー層を、その液晶面同士を密着させて、 $150 \pm 2^\circ\text{C}$ で2分間加熱圧着処理した。さらに、上記に準じて、(D)のコレステリック液晶ポリマー層も加熱圧着処理して、厚さ方向に螺旋ピッチが変化して円偏光二色性を示す波長域が $400 \sim 800\ \text{nm}$ のコレステリック液晶層からなる反射型偏光子を得た。

#### 【0151】

##### 実施例 3-2

実施例 1-2と同様にして、電子輸送性発光層〔式(5)で表されるAlq〕の厚さが $120\ \text{nm}$ である、本発明の式(1)、式(2)の関係を満足する、反射・屈折角に乱れを生じさせる領域を形成する前の有機EL素子を作製した。

つぎに、この基本構成としての有機EL素子のガラス基板上に、反射・屈折角に乱れを生じさせる領域として、実施例 3-1と同様にして、厚さがおよそ $200\ \mu\text{m}$ の光拡散層を形成した。さらに、この光拡散層上に、実施例 3-1と同様にして、反射型偏光子を貼り合わせ、有機EL素子を作製した。

#### 【0152】

##### 比較例 3-1

電子輸送性発光層として、式(5)で表されるAlqを $65\ \text{nm}$ の厚さに形成した以外は、実施例 1-1と同様にして、反射・屈折角に乱れを生じさせる領域を形成する前の有機EL素子を作製した。この素子に $8.8\ \text{V}$ の電圧を印加し、 $10.5\ \text{mA}/\text{cm}^2$ の電流密度で素子に電流を流して発光させ、実施例 1-1と同様に評価した。結果は、 $0^\circ: 314\ \text{cd}/\text{m}^2$ 、 $10^\circ: 315\ \text{cd}/\text{m}^2$ 、 $20^\circ: 312\ \text{cd}/\text{m}^2$ 、 $30^\circ: 309\ \text{cd}/\text{m}^2$ 、 $40^\circ: 298\ \text{cd}/\text{m}^2$ 、 $50^\circ: 285\ \text{cd}/\text{m}^2$ 、 $60^\circ: 274\ \text{cd}/\text{m}^2$ 、 $70^\circ: 257\ \text{cd}/\text{m}^2$ 、 $80^\circ: 229\ \text{cd}/\text{m}^2$ となった。

#### 【0153】

この結果より、反射・屈折角に乱れを生じさせる領域を形成する前の基本構成としての輝度分布は、本発明の式(1)の関係を満足せず、またAlq層 $65\ \text{nm}$ という値も、本発明の式(2)の関係を満足しないものであった。

つぎに、この基本構成としての有機EL素子のガラス基板上に、反射・屈折角に乱れを生じさせる領域として、実施例 3-1と同様にして、厚さがおよそ $200\ \mu\text{m}$ の光拡散層を形成した。さらに、この光拡散層上に、実施例 3-1と同様にして、反射型偏光子を貼り合わせ、有機EL素子を作製した。

#### 【0154】

##### 比較例 3-2

比較例 1-2と同様にして、電子輸送性発光層〔式(5)で表されるAlq〕の厚さが $25\ \text{nm}$ である、本発明の式(1)、式(2)の関係を満足しない、反射・屈折角に乱れを生じさせる領域を形成する前の有機EL素子を作製した。

つぎに、この基本構成としての有機EL素子のガラス基板上に、反射・屈折角に乱れを生じさせる領域として、実施例 3-1と同様にして、厚さがおよそ $200\ \mu\text{m}$ の光拡散層を形成した。さらに、この光拡散層上に、実施例 3-1と同様にして、反射型偏光子を貼り合わせ、有機EL素子を作製した。

#### 【0155】



## 比較例 3-3

比較例 1-3 と同様にして、電子輸送性発光層〔式 (5) で表される Alq〕の厚さが 180 nm である、本発明の式 (1), 式 (2) の関係を満足しない、反射・屈折角に乱れを生じさせる領域を形成する前の有機 EL 素子を作製した。

つぎに、この基本構成としての有機 EL 素子のガラス基板上に、反射・屈折角に乱れを生じさせる領域として、実施例 3-1 と同様にして、厚さがおよそ 200  $\mu$ m の光拡散層を形成した。さらに、この光拡散層上に、実施例 3-1 と同様にして、反射型偏光子を貼り合わせ、有機 EL 素子を作製した。

## 【0156】

## 比較例 3-4

比較例 1-4 と同様にして、電子輸送性発光層〔式 (5) で表される Alq〕の厚さが 220 nm である、本発明の式 (1), 式 (2) の関係を満足しない、反射・屈折角に乱れを生じさせる領域を形成する前の有機 EL 素子を作製した。

つぎに、この基本構成としての有機 EL 素子のガラス基板上に、反射・屈折角に乱れを生じさせる領域として、実施例 3-1 と同様にして、厚さがおよそ 200  $\mu$ m の光拡散層を形成した。さらに、この光拡散層上に、実施例 3-1 と同様にして、反射型偏光子を貼り合わせ、有機 EL 素子を作製した。

## 【0157】

上記の実施例 3-1, 2 および比較例 3-1~4 の各有機 EL 素子について、液晶表示装置用のバックライトして用いる場合を想定し、下記の方法により、性能試験を行った。結果は、表 3-1 に示されるとおりであった。

## 【0158】

## &lt;有機 EL 素子の性能試験&gt;

吸収型偏光板として日東電工社製の「NPF-HEG1425DU」を用いた。厚さは 180  $\mu$ m であった。1/4 波長板 ( $\lambda/4$  波長板) として、ノルボルネン系樹脂フィルム (JSR 社製の「アートン」) を 180℃ で 1.5 倍延伸 (縦 1 軸延伸) して、波長  $\lambda = 550$  nm で  $\Delta n d = 135$  nm になるように調整した。厚さは 90  $\mu$ m であった。

上記の吸収型偏光板の吸収軸と、上記の 1/4 波長板の延伸軸とを、なす角度が 45° になるようにして、アクリル系粘着剤で貼り合わせた。

このようにして得た 1/4 波長板付き偏光板を、各有機 EL 素子の発光面上に置いて、10.5 mA の電流が通じるように、各素子に所定の電圧を印加して、正面輝度を測定した。また、発光効率 (cd/A) を調べた。

## 【0159】

表 3-1

	Alq 層の 膜厚 (nm)	電流密度 (mA/cm <sup>2</sup> )	正面輝度 (cd/m <sup>2</sup> )	発光効率 (cd/A)
実施例 3-1	140	10.5	323	3.08
実施例 3-2	120	10.5	337	3.21
比較例 3-1	65	10.5	235	2.24
比較例 3-2	25	10.5	73	0.70
比較例 3-3	180	10.5	156	1.49
比較例 3-4	220	10.5	216	2.06

## 【0160】

上記の表 3-1 の結果から明らかなように、本発明の実施例 3-1, 2 の有機 EL 素子は、いずれも、比較例 3-1~4 のどの有機 EL 素子よりも、正面輝度が高く、発光効率に非常にすぐれているものであることがわかる。

## 【0161】

## 比較例 3-5

光拡散層と反射型偏光子をともに形成しなかった以外は、実施例 3-1 と同様にして、有機 EL 素子を作製した。つまり、この有機 EL 素子は、実施例 3-1 における基本構成としての有機 EL 素子そのものである。

## 【0162】

## 比較例 3-6

光拡散層だけを形成し、反射型偏光子を形成しなかった以外は、実施例 3-1 と同様にして、有機 EL 素子を作製した。

## 【0163】

## 比較例 3-7

光拡散層を形成せず、反射型偏光子だけを形成した以外は、実施例 3-1 と同様にして、有機 EL 素子を作製した。

## 【0164】

## 比較例 3-8

光拡散層と反射型偏光子をともに形成しなかった以外は、比較例 3-1 と同様にして、有機 EL 素子を作製した。つまり、この有機 EL 素子は、比較例 3-1 における基本構成としての有機 EL 素子そのものである。

## 【0165】

## 比較例 3-9

光拡散層だけを形成し、反射型偏光子を形成しなかった以外は、比較例 3-1 と同様にして、有機 EL 素子を作製した。

## 【0166】

## 比較例 3-10

光拡散層を形成せず、反射型偏光子だけを形成した以外は、比較例 3-1 と同様にして、有機 EL 素子を作製した。

## 【0167】

上記の比較例 3-5～7 および比較例 3-8～10 の各有機 EL 素子について、液晶表示装置用のバックライトとして用いる場合を想定し、前記と同様に、性能試験を行った。これらの結果を、比較例 3-5～7 に対応する実施例 3-1 の結果および比較例 3-8～10 に対応する比較例 3-1 の結果と合わせて、表 3-2 に示した。

## 【0168】

表 3-2

	A1q 層 の膜厚 (nm)	電流密度 (mA/cm <sup>2</sup> )	光拡散 層の 有無	反射型 偏光子 の有無	正面輝度 (cd/m <sup>2</sup> )	発光効率 (cd/A)
実施例 3-1	140	10.5	有り	有り	323	3.08
比較例 3-5	140	10.5	無し	無し	68	0.65
比較例 3-6	140	10.5	有り	無し	215	2.05
比較例 3-7	140	10.5	無し	有り	113	1.08
比較例 3-1	65	10.5	有り	有り	235	2.24
比較例 3-8	65	10.5	無し	無し	142	1.36
比較例 3-9	65	10.5	有り	無し	168	1.60
比較例 3-10	65	10.5	無し	有り	231	2.20

## 【0169】

上記の表 3-2 の結果から、光拡散層と反射型偏光子をともに形成していない比較例 3

－5，8の通常の有機EL素子同士では、式（1），式（2）を満足しない比較例3－8の方が発光効率が高くなっているが、これらに光拡散層だけを形成した比較例3－6，9の有機EL素子同士では、上記傾向が逆転し、式（1），式（2）を満足する比較例3－6の方が発光効率が高くなっている。

これは、本発明の効果である通常は取り出されない導波光を強め合うように有機EL素子の構成を決定したためである。つまり、光拡散層を形成することで、上記導波光が取り出され、結果として発光効率が高くなる。このように発光効率を高めた比較例3－6の有機EL素子にさらに反射型偏光子を形成した実施例3－1は、上記の比較例3－6に比べて、発光効率がより一段と高くなる。

#### 【0170】

また、反射型偏光子だけを形成した比較例3－7および比較例3－10の有機EL素子は、反射型偏光子の作用により、それぞれ、比較例3－5および比較例3－8の有機EL素子に比べて、およそ1.6倍程度発光効率は高くなっている。しかし、実施例3－1の有機EL素子に比べると、その値はやはり小さかった。

以上の試験結果から、本発明の有機EL素子は、液晶表示装置用の偏光面光源としてすぐれたものであることが確認された。

#### 【0171】

##### 実施例3－3

反射型偏光子の面上に、さらに光学補償層を、アクリル系透明粘着剤を介して貼り合わせた有機EL素子について、前記と同様にして、液晶表示装置用のバックライトとしての性能試験を行った。ただし、ここでは、10.5mAの電流が通じるように電圧を印加して、正面0度～80度の輝度値を、10度おきに測定した。この結果を、実施例3－1の有機EL素子についての同様の試験結果と合わせて、図11に示した。

図中、曲線－cは実施例3－1、曲線－dは実施例3－3である。また、用いた光学補償層は、下記の方法により、作製したものである。

#### 【0172】

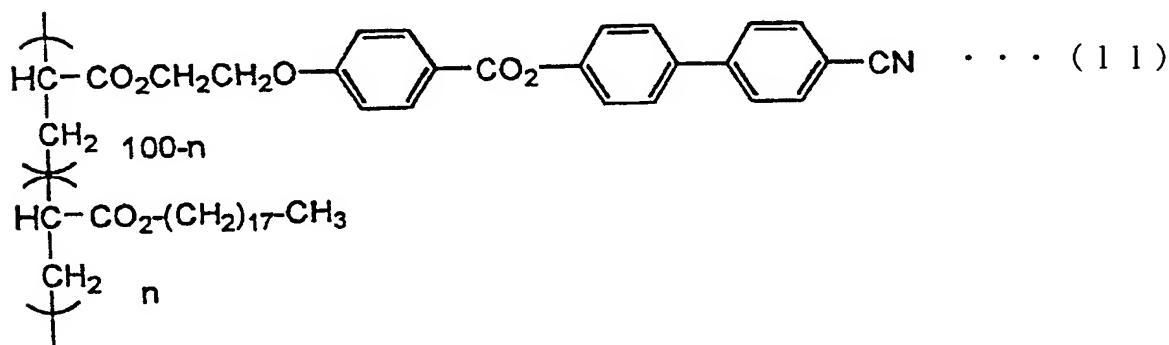
##### <光学補償層の作製>

下記の式（11）で表される側鎖型液晶ポリマー（式中、 $n=35$ で、モノマーユニットのモル%を示し、便宜的にブロック体を表示している。重量平均分子量は5,000）25重量部を、シクロヘキサノン75重量部に溶解した溶液を、ノルボルネン系ポリマー（日本ゼオン社製の「ゼオネックス」）をポリマー材料とした厚さが20 $\mu$ mのプラスチックフィルムの上に、スピンコーティングにより、塗布した。

ついで、130℃で1分間加熱したのち、室温まで一気に冷却し、上記液晶層をホメオトロピック配向させ、かつ配向を維持したままホメオトロピック配向液晶層を固定化し、面内の屈折率が一定であり、厚さ方向の屈折率が大きい光学補償層を作製した。

#### 【0173】

##### 【化4】



#### 【0174】

図11から明らかなように、実施例3－1の有機EL素子では、広角度になるほど輝度

が小さくなる傾向がみられるが、実施例 3-3 の有機 EL 素子では、光学補償層を挿入することで、広い角度範囲で高い輝度が得られていることがわかる。

なお、実施例 3-1, 3 の角度分布は、式 (1) を満足していないが、これは、光の反射・屈折角に乱れを生じさせる領域を形成したのちの測定結果を示しているためである。言うまでもなく、本発明では、光の反射・屈折角に乱れを生じさせる領域を形成する前の状態で式 (1) を満足するように有機 EL 素子の基本構成を決定するものである。

#### 【0175】

##### 実施例 3-4

コレステリック液晶層からなる反射型円偏光子に代えて、反射型直線偏光子として、3M 社製の「DBEF」を使用するようにした以外は、実施例 3-1 と同様にして、有機 EL 素子を作製した。

この有機 EL 素子について、液晶表示装置用のバックライトとしての性能試験を行った。すなわち、吸収型偏光板として日東電工社製の「NPF-HEG1425DU」を用い、この偏光板を透過率が最大になるように上記素子の DBEF 上に設置し、10.5mA の電流が通じるように電圧を印加して、正面輝度を測定した。

その結果、 $308\text{cd/m}^2$  の値が得られ、実施例 3-1 とほぼ同様の効果が奏されるものであることが確認された。

#### 【図面の簡単な説明】

#### 【0176】

【図 1】本発明の有機エレクトロルミネッセンス素子の一つ目の例を示す断面図である。

【図 2】本発明および従来の有機エレクトロルミネッセンス素子の基本構成についての（反射・屈折角に乱れを生じさせる領域を形成する前の）特性図である。

【図 3】本発明の有機エレクトロルミネッセンス素子の二つ目の例を示す断面図である。

【図 4】本発明の有機エレクトロルミネッセンス素子の三つ目の例を示す断面図である。

【図 5】本発明の有機エレクトロルミネッセンス素子の四つ目の例を示す断面図である。

【図 6】本発明の有機エレクトロルミネッセンス素子の五つ目の例を示す断面図である。

【図 7】本発明の有機エレクトロルミネッセンス素子の六つ目の例を示す断面図である。

【図 8】本発明の有機エレクトロルミネッセンス素子を液晶表示装置に適用した例を示す断面図である。

【図 9】本発明の有機エレクトロルミネッセンス素子の原理説明図である。

【図 10】実施例 1-1 の有機エレクトロルミネッセンス素子の特性の説明図である。

【図 11】実施例 3-1 および実施例 3-3 の有機エレクトロルミネッセンス素子の輝度に関する特性図である。

【図 12】有機エレクトロルミネッセンス素子の発光領域を示す説明図である。

【図 13】有機エレクトロルミネッセンス素子の輝度についての説明図である。

#### 【符号の説明】

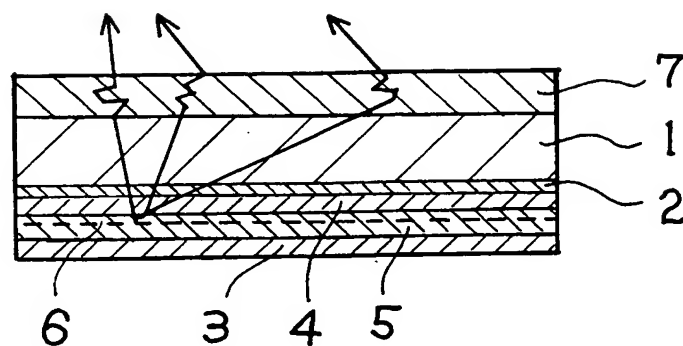
#### 【0177】

- 1 支持基板（ガラス基板）
- 2 透明電極（陽極）
- 3 反射性電極（陰極）
- 4 正孔輸送層
- 5 電子輸送性発光層
- 6 発光領域

- 7 反射・屈折角に乱れを生じさせる領域
- 7 0 偏光散乱性部位
- 8 反射型偏光子
- 9 1 / 4 波長板
- 1 0 偏光板
- 1 1 液晶セル

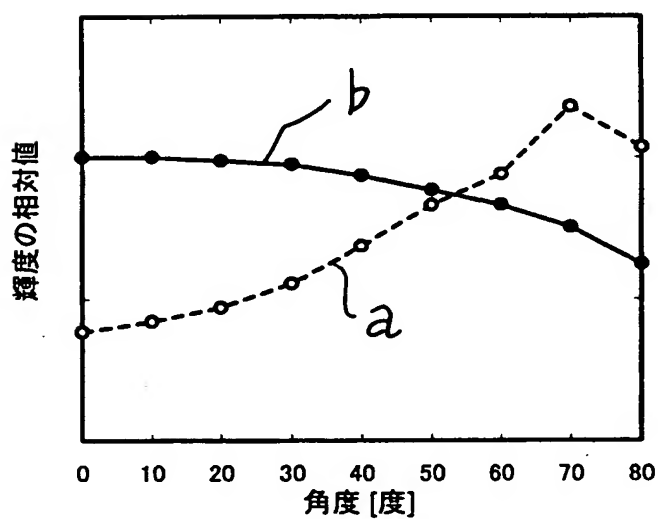
【書類名】 図面

【図 1】

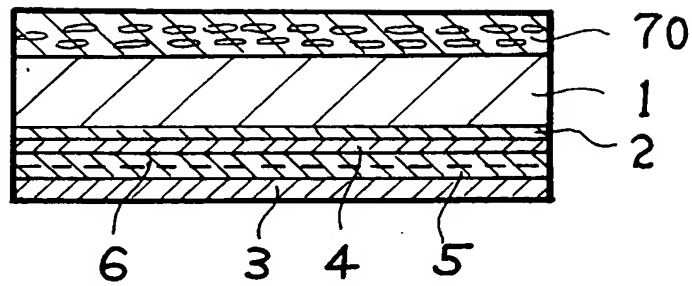


- |                       |               |
|-----------------------|---------------|
| 1 : 支持基板 (ガラス基板)      | 2 : 透明電極 (陽極) |
| 3 : 反射性電極 (陰極)        | 4 : 正孔輸送層     |
| 5 : 電子輸送性発光層          | 6 : 発光領域      |
| 7 : 反射・屈折角に乱れを生じさせる領域 |               |

【図 2】

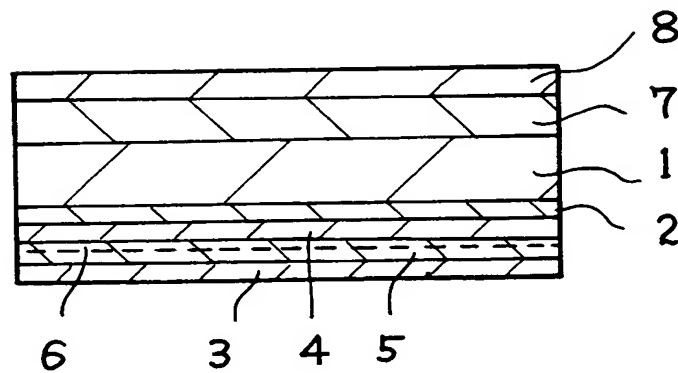


【図 3】



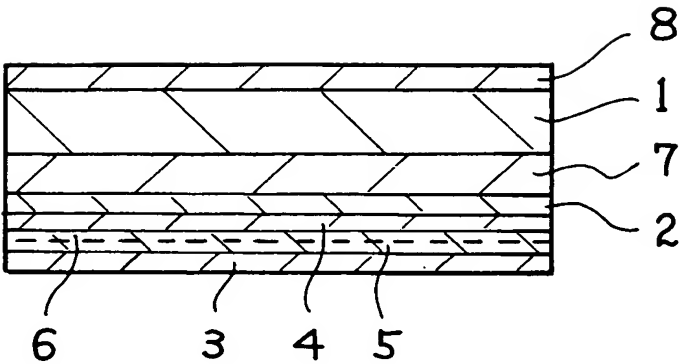
70 : 偏光散乱性部位

【図 4】

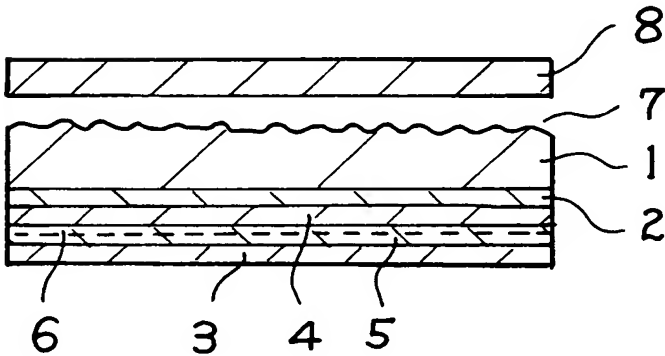


8 : 反射型偏光子

【図 5】

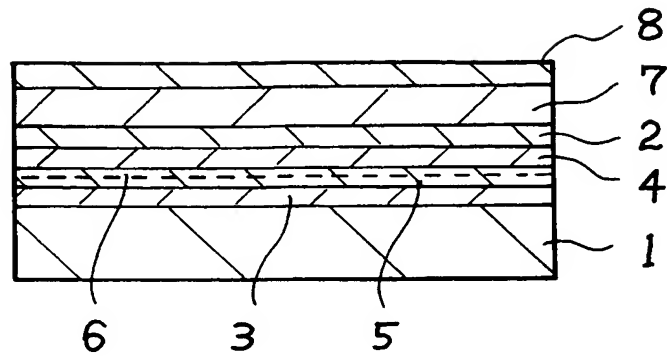


【図 6】

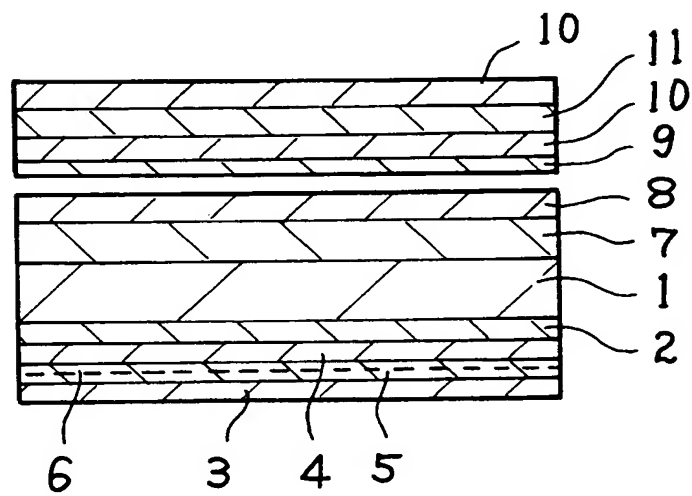




【図 7】



【図 8】

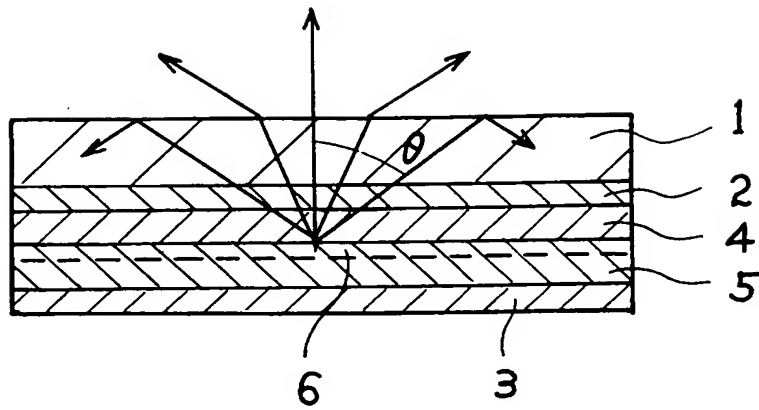


9 : 1/4 波長板

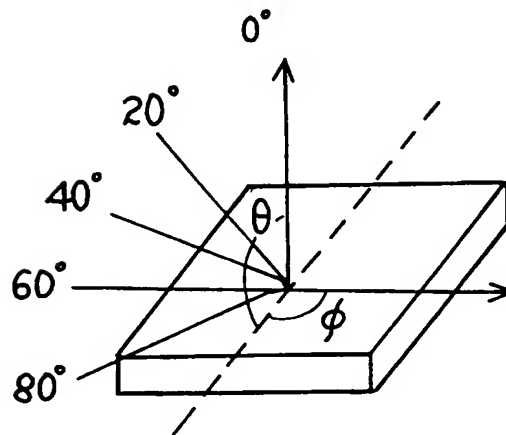
10 : 偏光板

11 : 液晶セル

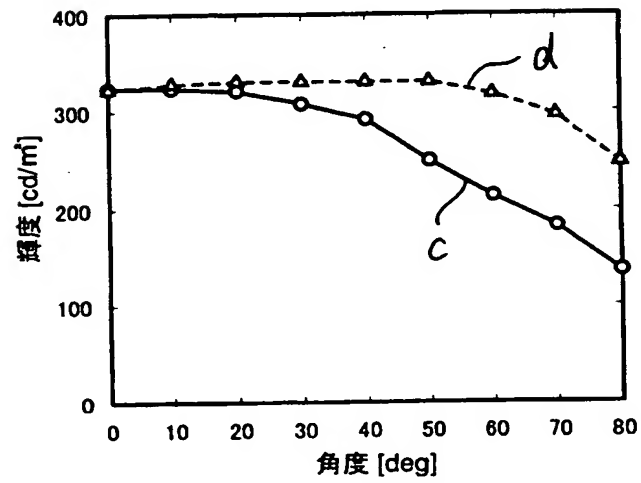
【図 9】



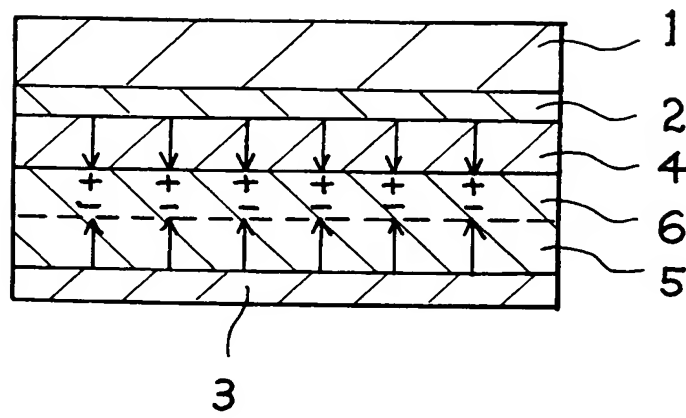
【図 10】



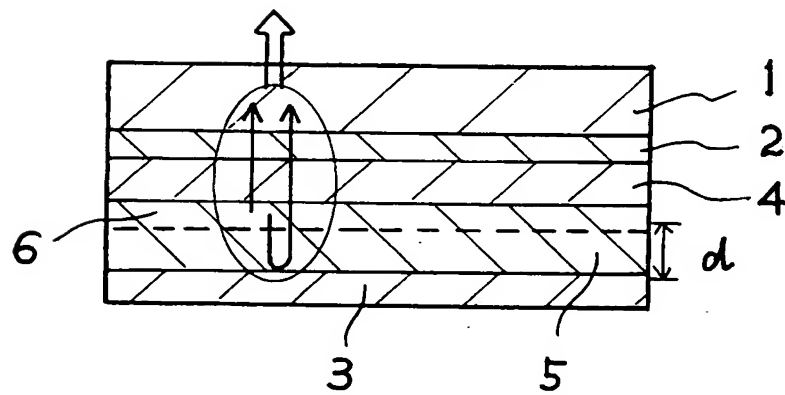
【図 11】



【図 12】



【図 13】



## 【書類名】 要約書

## 【要約】

【課題】 素子内部に導波光として閉じ込められていた損失光を効率良く取り出し、外部取り出し効率にすぐれた有機エレクトロルミネッセンス素子を提供する。

【解決手段】 発光層（５）を含む少なくとも１層の有機層（４，５）とこれを挟持する反射性電極（３）と透明電極（２）とからなる一対の電極が、光取り出し面から観測者側に放射される発光光の正面輝度値と５０度～７０度方向の輝度値が、式（１）；正面輝度値＜５０度～７０度方向の輝度値、の関係を満たすように形成されてなる有機エレクトロルミネッセンス素子において、発光光が発光層（５）から透明電極（２）を介して観測者側に出射するまでの間に光の反射・屈折角に乱れを生じさせる領域７を設けたことを特徴とする有機エレクトロルミネッセンス素子。

【選択図】 図１

特願 2 0 0 3 - 2 8 0 5 7 6

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[ 0 0 0 0 0 3 9 6 4 ]

1. 変更年月日

1 9 9 0 年 8 月 3 1 日

[変更理由]

新規登録

住 所

大阪府茨木市下穂積 1 丁目 1 番 2 号

氏 名

日東電工株式会社